

الموسوعة الفلكية

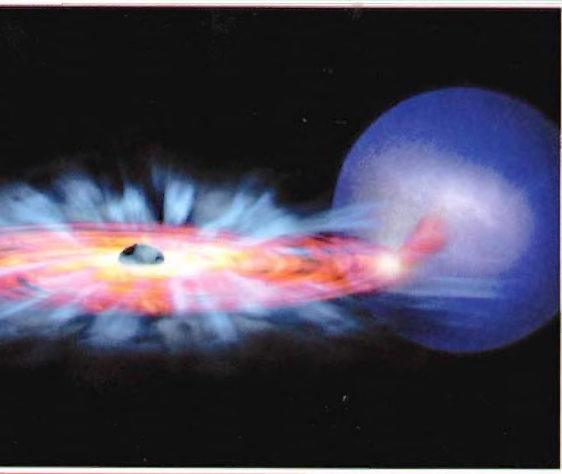
للمزيد من الحصريّات زورونا على مدونة الكتّيب الحصرية

<http://koutoub-hasria.blogspot.com/>

<https://www.facebook.com/koutoubhasria>

الجزء الأول

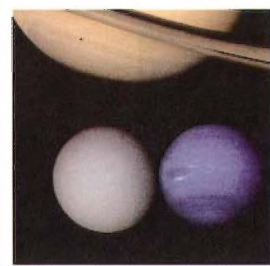
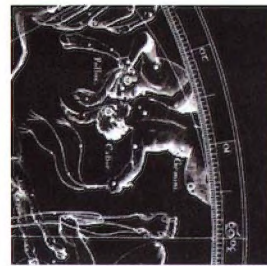
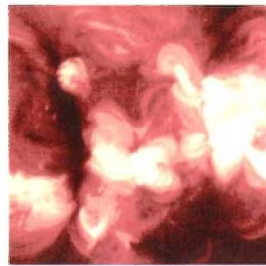
مدونة الكتّيب الحصرية <https://www.facebook.com/koutoubhasria> <http://koutoub-hasria.blogspot.com/>



دار الشرق العربي

الموسوعة الفلكية

الموسوعة الفلكية



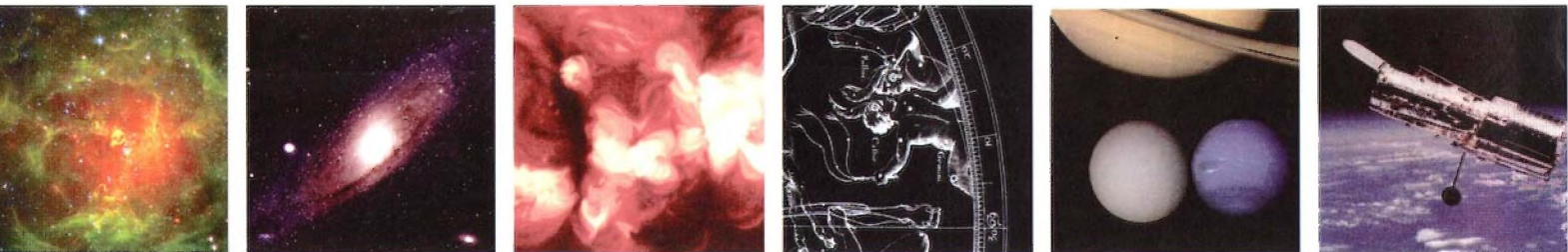
تأليف

إبراهيم حلمي الغوري

سائر بصمه جي

عضو الاتحاد العربي للعلوم والفضاء والفلك

الموسوعة الفلكية



تأليف

إبراهيم حلمي الغوري

سائر بصمه جي

عضو الاتحاد العربي للعلوم والفضاء والفلك

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الرقم الدولي : ISBN 9953- 61-244-7

الموضوع : علم فلك

العنوان : الموسوعة الفلكية

المؤلف : إبراهيم حلمي الغوري

الصفحات : 480 صفحة

الطبعة الثانية

1434 هـ - 2013 م

محفوظ
جميع الحقوق

يمنع طبع هذا الكتاب أو جزء منه بكل طرق
الطبع والتصوير والنقل والترجمة والتسجيل
المرئي والمسموع والحاسوبي وغيرها من
الحقوق إلا بإذن خطي من الناشر

شركة دار النشر والعلم
للطباعة والنشر والتوزيع

بيروت - لبنان

تلفاكس: 00961 1 701668

ص.ب.: 6918/11 - الرمز البريدي 11072230

سوريا - حلب

هاتف: 2115773 - 2116441

فاكس: 00963 21 2125966 ص.ب.: 415



شركة

دار النشر والعلم

E-mail: afach1@scs-net.org

info@afashedu.com

﴿لَخَلْقُ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ أَكْبَرُ مِنْ خَلْقِ النَّاسِ وَلَكِنَّ أَكْثَرَ النَّاسِ لَا يَعْلَمُونَ﴾ سُورَةُ غَافِرٍ (الآيَةُ 57)

صَدَقَ اللهُ الْعَظِيمُ

المقدمه

يَنفَرِدُ عِلْمُ الْفَلَكِ - بَيْنَ كُلِّ الْعُلُومِ - بِشَغْفِ النَّاسِ جَمِيعاً، وَعَلَى مُخْتَلَفِ مُسْتَوِيَاتِهِمِ الثَّقَافِيَّةِ وَالْعُمُرِيَّةِ، بِسَمَاعِ قِصَّتِهِ مِرَاراً وَتَكَرَّاراً دُونَ مَلَلٍ أَوْ كَلَلٍ.

وَلَعَلَّ الْخَوْضَ فِي عِمَارِ أَحْدَاثِ هَذِهِ الْقِصَّةِ أَمْرٌ مُثِيرٌ وَمُمْتِعٌ حَقّاً، فَاسْتِكْشَافُ الْكَوْنِ يَرِفْدُنَا بِحِكَايَةِ وُجُودِنَا فِيهِ، كَيْفَ كَانَ وَمَا هُوَ حَاضِرُهُ وَكَيْفَ سَيَكُونُ مُسْتَقْبَلُهُ؟

وَقَدْ سَاهَمَتْ كُلُّ حَضَارَةٍ مَرَّتْ عَلَى وَجْهِ الْأَرْضِ بِنَصِيبٍ وَافِرٍ بِنَسْجِ تَفَاصِيلِ وَأَحْدَاثِ هَذِهِ الْقِصَّةِ وَفَقَ مُعْتَقَدَاتِهَا أَوَّلًا، ثُمَّ وَفَقَ أُسُسِ عِلْمِيَّةٍ ثَانِيًا. فَارْتَسَمَتْ لَنَا حَالِيًا، وَبَعْدَ آلَافِ السِّنِينَ، الصُّورَةُ الْأَقْرَبُ إِلَى الصَّحَةِ مِنْ حَقِيقَةِ هَذَا الْكَوْنِ الْمُدْهَشِ.

فِي مَوْسُوعَتِنَا الْفَلَكِيَّةِ هَذِهِ، نُحَاوِلُ التَّعَرُّفَ عَلَى أَحْدَثِ مَا تَوَصَّلَ إِلَيْهِ عُلَمَاءُ الْفَضَاءِ وَالْفَلَكِ مِنْ مَعْلُومَاتٍ عَنِ هَذَا الْكَوْنِ وَمَا يَحْتَوِيهِ مِنْ مَجَرَّاتٍ وَ سُدُمٍ وَنُجُومٍ وَكَوَاكِبٍ .

بِالإِضَافَةِ إِلَى تَكْوِينِ فِكْرَةٍ عَمَّا تُخَطِّطُ لَهُ وَكَالَاتُ الْفَضَاءِ مُسْتَقْبَلًا مِنْ إِرسَالِ بَعَثَاتٍ فَضَائِيَّةٍ، وَإِنْشَاءِ مَحْطَّاتٍ عَلَى الْكَوَاكِبِ وَالْأَقْمَارِ فِي الْمَجْمُوعَةِ الشَّمْسِيَّةِ، ثُمَّ إِرسَالِ بَشَرٍ لِلْعَيْشِ فِيهَا.

مَعَ أَنَّ سَنَجِدُ الْكَوْنَ كَبِيرًا جِدًّا بِحَجْمِهِ وَمُكَوَّنَاتِهِ، إِلَّا أَنَّ الْإِنْسَانَ يَبْقَى فِيهِ الْجُرْمُ الْأَكْبَرُ كَمَا يَقُولُ ابْنُ عَرَبِي :
أَتَحْسَبُ نَفْسَكَ جُرْمًا صَغِيرًا

وَفِيكَ انْطَوَى الْعَالَمُ الْأَكْبَرُ

وَيَبْقَى الْإِنْسَانُ - حَتَّى الْآنَ - الرَّاصِدَ الْوَاعِي الْوَحِيدَ لِحَرَكَاتِ وَسَكَنَاتِ كُلِّ جُزْءٍ مِنْ أَجْزَاءِ هَذَا الْكَوْنِ .
لِيَصِلَ فِي النِّهَايَةِ إِلَى الْحَقِيقَةِ الْكَوْنِيَّةِ الْكُبْرَى [إِنَّ لِهَذَا الْوُجُودِ خَالِقًا عَظِيمًا] .



5 النجوم

5 ولادة النجوم

7 المجرات حاضنة النجوم

8 تركيب النجوم

9 عدد النجوم

10 مراتب النجوم

10 بعد النجوم عن الأرض

13 أشكال النجوم

14 طبقات النجوم

16 طاقة النجوم

21 حجم النجوم

23 كتلة النجوم (وزنها)

25 حركات النجوم

27 تصنيف النجوم

29 أنواع النجوم

38 الحشود النجمية

44 أعمار النجوم

46 تطور النجوم إلى عمالقة

50 النجوم المتفجرة

54 الثقوب السوداء

56 النجوم النيوترونية

58 فصائل النجوم في المجرات

59 تصادم النجوم

61 الغبار الكوني (الغبار النجمي)

39 المجرات

39 مراحل تطور المجرة

41 عدد المجرات

42 تصنيف المجرات

45 أبعاد المجرات

46 تركيب المجرات

47 مجرتنا (درب التبانة)

49 كيف تكونت درب التبانة؟

50 عمر المجرات

52 توقيت نشوء المجرات

53 توزع المجرات

53 المجرات القصية

54 الحشود المجرية

55 حركة المجرات

56 تصادم المجرات

5 نشوء الكون

5 الكون عبر الحضارات

21 بداية الكون

24 تباعد المجرات

26 الانتشار الكوني وتوسع الكون

26 شكل الكون

27 خصائص الكون

33 المادة الممتمة (الخفية) في الكون

34 الكوازارات (الكويزارات)

36 أبعد جرم سماوي

37 نهاية الكون



5 استكشاف الفضاء

- 5 المحاولات الأولى لاستكشاف الفضاء
- 7 عصر الصواريخ
- 17 من الصواريخ إلى الأقمار الصناعية
- 23 فتح الإنسان للفضاء الكوني
- 28 الهبوط على سطح القمر
- 32 استكشاف المذنبات
- 34 الأقمار الصناعية
- 52 معسكر الفضاء
- 57 المحطات الفضائية المدارية
- 60 المكوك الفضائي
- 64 الصناعات والمعلوم التي طوّرها عصر الفضاء
- 70 صناعة الفضاء الراحنة
- 74 التعاون الدولي في مجال استكشاف الفضاء
- 75 قانون الفضاء الخارجي وتشريعاته
- 77 البحث عن كواكب أخرى في الكون

5 المجموعة الشمسية

- 6 نشوء الكواكب
- 14 قوانين كواكب المنظومة الشمسية
- 16 الصفات المشتركة بين كواكب المنظومة الشمسية
- 17 ترتيب الكواكب
- 18 هجرة الكواكب في المجموعة الشمسية
- 18 الجاذبية في المجموعة الشمسية
- 19 امتداد المجموعة الشمسية
- 19 البحث عن مجموعات شمسية جديدة
- 21 الشمس
- 51 عطارد
- 58 الزهرة
- 68 الأرض
- 90 القمر
- 101 المريخ
- 114 المشتري
- 129 زحل
- 140 أورانوس
- 146 نبتون
- 152 الكواكب القزمة
- 160 الكويكبات
- 171 المذنبات
- 207 الشهب
- 212 النيازك

65 كوكبات النجوم

- 67 الطالع المستقيم للنجوم
- 67 اليوم النجمي واليوم الشمسي
- 68 تحديد درجة عرض نجم
- 68 تغير وجه السماء
- 69 تغير موقع القطب السماوي
- 70 نقطة القطب الجنوبي
- 70 إحداثيات الكرة السماوية
- 71 مراتب النجوم
- 71 رموز النجوم
- 73 البروج
- تغير موقع القطب السماوي
- 75 ومباكرة الاعتدالين
- 76 كوكبات السماء الشمالية وبروجها
- 92 كوكبات السماء الجنوبية وبروجها



الكون والمجرات



” انظر في تلك المسافات الشاسعة،
وحاول التحديق ملياً في مشهد النجوم العظيم،
ماسحاً إياها ببطء يمتد ويُسره...!
أفلا يُوسر البصر والخيال بتلك الجدران الذهبية
المتصلة في كل نقطة من هذا الكون؟ ”

من مقالة قوة الكلمات، (آلن يو)

الكون

- 5 الكون عبر الحضارات
- 21 بداية الكون
- 24 تباعد المجرات
- 26 الانتشار الكوني وتوسع الكون
- 26 شكل الكون
- 27 خصائص الكون
- 33 المادة الممتدة (الخفيفة) في الكون
- 34 الكوازارات (الكويزارات)
- 36 أبعد جرم سماوي
- 37 نهاية الكون

وَلَقَدْ وَصَلَ اهْتِمَامُ بَعْضِ تِلْكَ الشُّعُوبِ بِالْأَجْرَامِ السَّمَاوِيَّةِ إِلَى دَرَجَةِ تَقْدِيسِهَا وَعِبَادَتِهَا. بَيْنَمَا مَرَجَحَتْ جَمِيعُ تِلْكَ الشُّعُوبِ عِلْمَ الْفَلَكَ بِالتَّنْجِيمِ، حِينَ سَادَ الْإِعْتِقَادُ لَدَيْهَا بِأَنَّ لِلنَّاسِ الْأَجْرَامِ قُوَّةَ خَفِيَّةٍ تُؤَثِّرُ فِي حَيَاةِ الْإِنْسَانِ مِنْ جَمِيعِ النَّوَاحِي.

الْكُونُ عَبْرَ الْحَضَارَاتِ

السُّومَرِيُّونَ وَ الْكُونُ

تُعْتَبَرُ أساطيرُ السُّومَرِيِّينَ التي يرجعُ تاريخُ نشوئِها إلى (الألفِ الرابعِ ق. م) مصدرَ أساطيرِ لِنشوءِ الْكُونِ التي عَرَفَهَا وادي الرّافدين، وقد كان لها أثرها على أساطيرِ الكثيرِ مِنَ الشُّعُوبِ. لقد أدَّى تَأْلِيهِ قُوَى الطَّبِيعَةِ دَوْرًا مُهِمًّا فِي رُؤْيِ السُّومَرِيِّينَ، التي لَهَا أَهْمِيَّةٌ عَظِيمَةٌ بِالنَّشِئَةِ لِلْعَمَلِ الزَّرَاعِيِّ: السَّمَاءِ، وَالرَّيْحِ، وَالْمَاءِ.

حَيْثُ تَرَى الْأَسْطُورَةُ السُّومَرِيَّةُ أَنَّهُ فِي الْبَدْءِ كَانَتِ الْمِيَاهُ بَنَاتِ الْمُحِيطِ الْكُونِيِّ (نَامُو) تَمْلَأَنَّ كُلَّ شَيْءٍ، فَأُخْرِجَتْ (نَامُو) مِنْ ذَاتِهَا (آن وكِي) الْأَرْضُ، وَلَدَا وَبَنَتَا، وَأَسْكَنْتَهُمَا عَلَى التَّوَالِي فِي أَعْلَى قِمَّةِ جَبَلٍ وَعِنْدَ سَفْحِهِ. وَلَمَّا كَبُرَ الْوَلَدُ وَالْبَنَتُ وَصَارَا شَابَتَيْنِ، جَمَعَتْهُمَا (نَامُو) زَوْجًا وَزَوْجَةً، فَأَنْجَبَ (لِي) (إِنلِيل) الَّذِي مَلَأَ زَفِيرُهُ الْقَوِيَّ كُلَّ شَيْءٍ. ثُمَّ أَنْجَبَا سَبْعَةَ أَبْنَاءٍ وَسَبْعَ بَنَاتٍ، وَبَعْدَ ذَلِكَ وُلِدَتِ الْإِلَهَةُ (الْأُونَاكِي). وَإِذْ أَخَذَ هَؤُلَاءِ يَنْجِبُونَ وَيَتَكَاثَرُونَ ضَاقَ الْجَبَلُ بِهِمْ، فَفَرَّرَ أَبُو الْإِلَهَةِ (آن) أَنْ يَزِيدَ مِنْ سِعَةِ الْمَكَانِ الَّذِي يُقِيمُ أَحْفَادُهُ فِيهِ. فَدَعَا (إِنلِيل) وَخَلَقَا الْجَبَلَ مَعًا، ثُمَّ رَفَعَ (آن) الْعِمَّةَ إِلَى فَوْقِ، وَأَنْزَلَ (إِنلِيل) السَّفْحَ الْمُسَطَّحَ إِلَى تَحْتِ. وَبِذَلِكَ تَكُونُ السَّمَاءُ قَدْ ظَهَرَتْ فِي صُورَةِ قُبَّةٍ، وَمَلَكَ عَلَيْهَا (آن) وَظَهَرَتِ الْأَرْضُ عَلَى شَكْلِ قُرْصٍ مُسَطَّحٍ عَلَيْهِ مُنْحِنِيَّاتٌ، وَمُرْتَفَعَاتٌ.

الْكُونُ

Universe



مُنْذُ أَقْدَمِ الْعُصُورِ، لَفَتَتِ السَّمَاءُ نَظَرَ الْإِنْسَانِ إِلَيْهَا، وَشَغَلَتْ حَيِّزًا مِنْ اهْتِمَامِهِ وَتَفْكِيرِهِ بِهَا. فَالشَّمْسُ كَانَتْ تُؤَقِّتُ لَهُ نَهَارَهُ، وَتُحَدِّدُ لَهُ اتِّجَاهَهُ، وَتُؤَثِّرُ فِي صِحَّتِهِ وَشُؤُونِ حَيَاتِهِ، مِنْ زِرَاعَةٍ وَرَعْيٍ وَصِنَاعَةٍ غِذَائِيَّةٍ يَدْوِيَّةٍ؛ كَمَا كَانَتِ الْعَامِلُ الْأَسَاسِيَّ فِي تَجْفِيفِ وَقُودِهِ وَالطِّينِ الَّذِي كَانَ يَبْنِي بِهِ مَسْكَنَهُ؛ كَمَا لَاحَظَ أَنَّ الْقَمَرَ يُضِيءُ لَهُ لَيْلَهُ، وَيُدَاعِبُ حَيَالَهُ، وَيُوقِّتُ لَهُ شُهُورَهُ، وَأَنَّ نُجُومَ السَّمَاءِ كَانَتْ تُسَاعِدُهُ عَلَى الْإِهْتِدَاءِ فِي ظُلُمَاتِ الْبَرِّ وَالْبَحْرِ، وَمَعْرِفَةِ اتِّجَاهِهِ وَمَوْقِعِهِ. وَطَبِيعِيٌّ أَنْ تَكُونَ الشُّعُوبُ الَّتِي تَعِيشُ فِي مَنَاطِقٍ يَدُومُ صَفَاءُ السَّمَاءِ فِيهَا مُعْظَمَ أَشْهُرِ السَّنَةِ أَسْبَقَ مِنْ غَيْرِهَا فِي التَّعَرُّفِ إِلَى أَجْرَامِ السَّمَاءِ وَحَرَكَاتِهَا وَالنُّظُمِ الَّتِي تَتَّبَعُهَا وَالْقَوَانِينِ الَّتِي تَحْكُمُهَا، وَأَنَّ تُقَسِّمَ السَّنَةَ إِلَى شُهُورٍ، وَالشَّهْرَ إِلَى أَسَابِيعَ، وَالْأُسْبُوعَ إِلَى أَيَّامٍ، وَالْيَوْمَ إِلَى سَاعَاتٍ، وَأَنَّ تَتَوَصَّلَ إِلَى مَعْرِفَةِ حَادِثَتَيِ الْكُشُوفِ وَالْخُسُوفِ، وَأَنَّ تُرَاقِبَ الْمُدَنَّاتِ بِتَحْفُظٍ، وَتَنْتَظِرَ إِلَى وَابِلِ الشُّهُبِ بِخَوْفٍ وَحَذَرٍ، وَأَنَّ تُدَوِّنَ ذَلِكَ فِي سِجَلَاتٍ وَمُذَكَّرَاتٍ وَصَلَتْ إِلَيْنَا فِي جُمْلَةٍ مَا عَثَرَ عَلَيْهِ عُلَمَاءُ الْأَنْثَارِ مِنْ مُحَلِّفَاتِ تِلْكَ الشُّعُوبِ الَّتِي كَانَتْ فِي طَلِيعَتِهَا شُعُوبٌ مِصْرٌ وَمَا بَيْنَ التَّهْرَيْنِ وَبِلَادِ الشَّامِ وَالْهِنْدِ وَالصِّينِ.

المِصْرِيُّونَ وَالْكُونُ



ظَهَرَتْ الْأَرْضُ عِنْدَ
السُّومَرِيِّينَ عَلَى رَسْمٍ خُتْمٍ
مِنَ الْأَلْفِ الثَّالِثِ ق.م يُمَثِّلُ
السَّجُودَ لِإِلَهِ السَّمَاءِ (آن).



كَانَتْ نَظَرَةُ قُدَمَاءِ الْمِصْرِيِّينَ إِلَى الْكُونِ مَمْرُوجَةً بِالْخَيَالِ
وَالْخُرَافَةِ، حَيْثُ مَثَّلُوا السَّمَاءَ مَرَّةً بِطُنٍ بَقَرَةٍ تَمَلُّوْهَا النُّجُومُ،
وَمَثَّلُوهَا مَرَّةً أُخْرَى بِامْرَأَةٍ مُنْحَنِيَةٍ نَحْوِ الْأَرْضِ وَمُسْتَنِدَّةٍ عَلَيْهَا
بِيَدَيْهَا وَرَجْلَيْهَا، يَقِفُ تَحْتَهَا عَلَى الْأَرْضِ رَجُلٌ يُمَثِّلُ الْفَضَاءَ،
وَهُوَ يَسْنُدُ السَّمَاءَ بِيَدَيْهِ الْمَرْفُوعَتَيْنِ نَحْوِ الْأَعْلَى، كَمَا مَثَّلُوا
الْأَرْضَ بِرَجُلٍ مُسْتَلْقٍ تَحْتَهَا وَقَدْ تَبَتِ الزَّرْعُ عَلَى جَسَدِهِ.



إِلَهَ الْهَوَاءِ (شُو) يُبَاعِدُ بَيْنَ (نُوت) الْقَبْطَةِ السَّمَائِيَّةِ وَإِلَهِ الْأَرْضِ.
وَقَدْ دَفَعَهُمْ اهْتِمَامُهُمْ بِالشَّمْسِ وَتَقْدِيرِ سَهْمِهَا إِلَى عِبَادَتِهَا
وَإِقَامَةِ الْمَعَابِدِ الضَّخْمَةِ لَهَا، وَاعْتَقَدُوا بِأَنَّهَا تَنْتَقِلُ مِنَ الشَّرْقِ إِلَى
الْغَرْبِ بِقَارِبٍ عَبَّرَ بَحْرَ عَظِيمٍ مِنَ الْمَاءِ الْبَارِدِ، وَهُوَ السَّمَاءُ.
كَمَا رَمَزُوا لِلْقَمَرِ بِطَائِرٍ مَرَّةً، وَرَمَزُوا لَهُ، مَرَّةً أُخْرَى،
بِرَجُلٍ تَدَلَّى عَلَى جَانِبِ رَأْسِهِ ضَفِيرَةً، وَهُوَ يَلْتَفُّ بِعَبَاءَةٍ

البَابِلِيُّونَ وَالْكُونُ

كَانَ كَهْنَةُ الْبَابِلِيِّينَ هُمُ الَّذِينَ يَقُومُونَ بِرَصْدِ الْأَجْرَامِ
الْفَلَكَيَّةِ مِنَ أَعْلَى بُرْجِ بَابِلَ. وَقَدْ تَرَكُوا لَنَا تَسْجِيلَاتٍ تَدُلُّ
عَلَى أَنَّهُمْ قَدْ عَرَفُوا حَرَكَاتِ الشَّمْسِ وَالْقَمَرِ وَالْكَوَاكِبِ
السَّيَّارَةِ، وَرَسَمُوا مَدَارَ الْحَرَكَةِ الظَّاهِرَةِ لِلشَّمْسِ، وَهُوَ مَا
نُسَمِّيهِ بِـ (الدَّائِرَةِ الْكُسُوفِيَّةِ) Ecliptic circle.

وَأَخْصَوْا بِدِقَّةٍ الْفَتْرَةَ الرَّمَنِيَّةَ لِلشَّهْرِ الْقَمَرِيِّ الَّذِي قَدَّرُوهُ أَكْثَرَ
بِقِلِيلٍ مِنْ (29 ½) يَوْمًا، كَمَا قَسَمُوا الشَّهْرَ إِلَى (4) أَسَابِيعَ.

وَتَمَكَّنُوا مِنَ التَّبَيُّؤِ بِصُورَةٍ تَقْرِيْبِيَّةٍ عَنْ مَوْعِدِ خُسُوفِ
الْقَمَرِ، وَلَكِنَّهُمْ لَمْ يُقَدِّمُوا تَغْلِيلًا لِحُدُوثِ تِلْكَ الظَّاهِرَةِ.

كَمَا قَسَمُوا الدَّائِرَةَ السَّمَائِيَّةَ إِلَى (360) دَرَجَةٍ، وَقَسَمُوا
السَّمَاءَ إِلَى (12) بُرْجًا، مَثَّلُوا كُلَّ وَاحِدٍ مِنْهَا بِرَمْزٍ يُعْرَفُ بِهِ،
وَاسْتَخْدَمُوا السَّاعَةَ الْمَائِيَّةَ لِحِسَابِ سَاعَاتِ اللَّيْلِ، وَالْمِزْوَلَةَ
السَّمْسِيَّةَ لِحِسَابِ سَاعَاتِ النَّهَارِ.



لَقَدْ تَصَوَّرَ الْبَابِلِيُّونَ أَنَّ
الْكُونُ يَتَأَلَّفُ مِنْ مَرْكَزٍ
ثَابِتٍ هُوَ الْأَرْضُ، وَالتِّي
تَبْدُو عَلَى هَيْئَةِ جَبَلٍ،
يَحْمِلُهُ الْبَحْرُ وَيُحِيطُ بِهِ،
أَمَّا الْجِبَالُ الْمَوْجُودَانِ
فِي الشَّرْقِ وَالْغَرْبِ فَهُمَا
لِيسْنَدِ السَّمَاءِ وَيَمْنَعَاهَا مِنَ السَّقُوطِ. وَتَقَعُ مُمْلَكَةُ الْمَوْتَى الْمُظْلِمَةُ التُّرَابِيَّةُ
دَاخِلَ الْأَرْضِ، وَتَنْخِي الْقَبْطَةُ الزَّرْقَاءُ الصُّلْبَةُ فَوْقَ الْأَرْضِ، وَخِلَالَهَا تَنْحَرِّكُ
الشَّمْسُ، وَالْقَمَرُ، وَالنُّجُومُ.



دائرة البروج التي وُجِدَتْ في دندرة، وقد وضعت في سقف ضريح قائم بعيداً عن إيوان أو زيريس في المعبد.

وَقَدْ قَامُوا بِوَضْعِ جَدَاوِلَ تُبَيِّنُ مَوَاعِيدَ ظُهُورِ تِلْكَ الْكُوكَبَاتِ بِدَقَّةٍ، وَكَانُوا - بِوَسَاطَةِ ذَلِكَ - يَسْتَطِيعُونَ التَّعَرُّفَ عَلَى مَا مَضَى مِنَ اللَّيْلِ، وَمَا بَقِيَ مِنْهُ.

وَقَدْ اِهْتَمُّوا اِهْتِمَاماً كَبِيراً بِالنَّجْمِ الَّذِي دَعَوْهُ (سوتيس)، والمعروفُ اليومَ بِاسْمِ (الشُّعْرَى الِيمَانِيَّةِ) Sirius، لِأَنَّ ظُهُورَهُ مِنَ الشَّرْقِ، فِي آخِرِ شَهْرِ تَمُوزَ قُبَيْلَ شُرُوقِ الشَّمْسِ بِقَلِيلٍ، يَعْنِي بَدْءَ فَيْصَانِ النَّيْلِ فِي مِصْرَ، وَبَدْءَ سَنَةٍ جَدِيدَةٍ مِنْ حَيَاتِهِمْ.

كَمَا اِهْتَمُّوا بِظُهُورِ الْكُوكَبَةِ الْمُسَمَّاةِ (الْجَبَّارِ) Orion مِنْ جِهَةِ الشَّرْقِ، إِذْ كَانَ ظُهُورُهَا يَعْنِي بِدَايَةَ مَوْسِمِ قَطْفِ الْعِنَبِ. وَقَدْ اعْتَبَرُوا السَّنَةَ (360) يَوْماً، وَكَانُوا يُضَيِّفُونَ (5) أَيَّامَ إِلَى آخِرِ شَهْرِ فِي السَّنَةِ، وَأَهْمَلُوا إِضَافَةَ (¼) يَوْمٍ إِلَى السَّنَةِ. وَقَسَّمُوا السَّنَةَ إِلَى (12) شَهْراً، وَالشَّهْرَ إِلَى (30) يَوْماً، وَالْيَوْمَ إِلَى (12) سَاعَةً نَهَارِيَّةً وَ(12) سَاعَةً لَيْلِيَّةً.

وَكَانَ زَمَنُ السَّاعَةِ نَهَاراً يَخْتَلِفُ عَنْ زَمَنِ السَّاعَةِ لَيْلاً، كَمَا كَانَ يَخْتَلِفُ زَمَنُ السَّاعَاتِ لَدَيْهِمْ بَيْنَ فَصْلِ وَآخِرِ، إِذْ

ضَبَقَتْ وَيَعْلُو رَأْسُهُ هِلَالٌ فِيهِ قُرْصُ الْقَمَرِ. وَاعْتَقَدُوا بِأَنَّ النُّجُومَ تَتَحَرَّكُ مِنَ الشَّرْقِ لِنُغُيْبِ فِي الْغَرْبِ، ثُمَّ تَعُودُ لِتَوْلَدَ مِنْ جَدِيدٍ فِي الشَّرْقِ.

وَرَعِمَ تِلْكَ التَّصَوُّرَاتِ، فَإِنَّ مَا قَامَ بِهِ كَهَنَتُهُمْ مِنْ رَصْدِ الْأَجْرَامِ السَّمَاءِ أَدَّى بِهِمْ إِلَى مَعْرِفَةٍ كَثِيرٍ مِنَ الْأُمُورِ الْفَلَكَيَّةِ الصَّحِيحَةِ، وَكَانَ لَا بُدَّ لِعَمَلِيَّةِ الرَّصْدِ مِنْ أَنْ تَتِمَّ بِوَسَاطَةِ كَاهِنَيْنِ، يَجْلِسُ كُلُّ مِنْهُمَا تَجَاهِ الْآخَرِ، وَيَتَّخِذُ وَضْعاً لَا يُغَيِّرُهُ طِيلَةَ فَتْرَةِ الرَّصْدِ، لِأَنَّ كُلًّا مِنْهُمَا كَانَ يَرْبِطُ تَحَرُّكَاتِ النُّجُومِ وَمَوَاقِعَهَا بِرَأْسِ الْكَاهِنِ الْآخَرِ وَكَتِفَيْهِ.

وَمِنْ الْمَعْلُومَاتِ الْفَلَكَيَّةِ الَّتِي تَوْصَلُوا إِلَيْهَا: أَنَّهُمْ عَرَفُوا مِنَ الْكُوكَبِ: عُطَارِدَ وَالزُّهْرَةَ وَالْمَرِيخَ وَالْمُسْتَرِي وَزُحَلَ، إِنَّمَا أَنْزَلُوهَا بُرُوجاً سَمَآوِيَّةً غَيْرَ الْبُرُوجِ zodiac الَّتِي حَدَدَهَا الْبَابِلِيُّونَ، إِذْ قَسَمَ الْمِصْرِيُّونَ الْقَدَمَاءُ مَنَطَقَةَ السَّمَاءِ الْمُجَاوِرَةَ لِسَمْتِ الشَّمْسِ إِلَى (36) قِسْماً، وَاعْتَبَرُوا أَنَّ هُنَاكَ عَدَداً مِنَ النُّجُومِ مُكَلِّفاً بِحِرَاسَةِ كُلِّ قِسْمٍ مِنْ تِلْكَ الْأَقْسَامِ وَرِعَايَتِهِ، وَاعْتَبَرُوا أَنَّ كُلَّ قِسْمٍ يَخْتَصُّ بِعَشْرَةِ أَيَّامٍ مِنْ أَيَّامِ السَّنَةِ، لِذَا فَقَدْ كَانُوا يُلَاحِظُونَ فِي كُلِّ عَشْرَةِ أَيَّامٍ ظُهُورَ كُوكَبَةٍ جَدِيدَةٍ مِنَ النُّجُومِ قُبَيْلَ شُرُوقِ الشَّمْسِ.



الطريقة التي كان يرصد بها المصريون القدماء السماء لمعرفة الساعة في الليل، وذلك بمساعدة نجوم الساعة الـ 36.

إِلَّا أَنَّهُ فِي فِتْرَةٍ مُتَأَخِّرَةٍ مِنْ تَارِيخِ الْهِنْدِ، بِرَرَ بَعْضُ الْعُلَمَاءِ الَّذِينَ قَامُوا بِدِرَاسَاتٍ فَلَكِيَّةٍ وَرِيَاضِيَّةٍ تَضَمَّنَتْ حَرَكَاتِ النُّجُومِ وَالشَّمْسِ وَالْكَوَاكِبِ، وَأَمَكَنَ بِوَسَاطَتِهَا مَعْرِفَةَ تَارِيخِ حُدُوثِ الْكُسُوفِ؛ وَعَلَى رَأْسِ هَؤُلَاءِ الْعُلَمَاءِ (بَارَاهِمَاغُونَا) الَّذِي وَضَعَ كِتَابًا سَمَّاهُ (بَارَاهِمَا سَفُوطًا سِدَانْتَا) - أَيِ (كِتَابِ بَارَاهِمَا فِي الْمَعْرِفَةِ وَالْعِلْمِ) - يَتَضَمَّنُ جَدَاوِلَ فَلَكِيَّةً دُعِيَتْ بِاسْمِ (زِيَج)، وَجَمْعُهَا (الْأَزْيَاجُ)، وَقَدْ اسْتَقْدَمَتِ الْخِلَافَةُ الْعَبَّاسِيَّةُ، بَعْدَ عَهْدِ الْمَنصُورِ بِقَلِيلٍ، ذَلِكَ الْعَالَمِ. وَقَامَ (الْفَزَارِيُّ) وَ(يَعْقُوبُ بْنُ طَارِقٍ) بِتَرْجَمَةِ كِتَابِهِ، وَدَعَاوَاهُ (السَّنْدُ هِنْدُ) إِشَارَةً إِلَى شَطْرِي الْهِنْدِ.

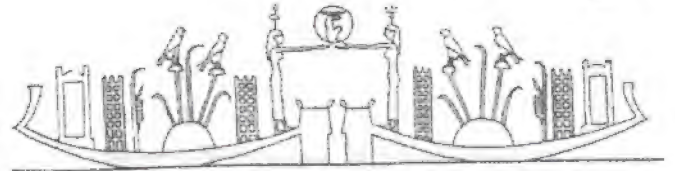
تَلْعَبُ الشَّلْحَفَةُ فِي الْأَسْطُورَةِ الْهِنْدِيَّةِ دَوْرًا هَامًا، فَهِيَ رَمْزٌ لِلْإِلَهِ (فَشْنُو). وَصُورَةُ الْكُونِ عِنْدَهُمْ تَبْدَأُ مِنْ ثُغْبَانِ الْكُوْبِرِي (رَمَزِ الْمَاءِ) الَّذِي تَوَكَّزَ عَلَيْهِ الشَّلْحَفَةُ، وَتَوَكَّزَ عَلَى الشَّلْحَفَةِ الْفِيلَةُ الَّتِي تَتَوَضَّعُ فَوْقَهَا الْأَرْضُ، وَعِنْدَمَا تَتَقَلَّلُ الْفِيلَةُ أَوْ تَبْدُلُ أَمَاكِنَهَا، فَإِنَّ زَلْزَلًا سَيَحْدُثُ.



الصِّيْنِيُّونَ وَالْكُونُ

عَلَى الرَّغْمِ مِنْ امْتِزَاجِ عِلْمِ الْفَلَكَ لَدَى الصِّيْنِيِّينَ بِالتَّنْجِيمِ، فَإِنَّ عِدَدًا مِنْ كَهَنَتِهِمْ الَّذِينَ كَانُوا يَقُومُونَ بِرِصْدِ السَّمَاءِ، مِنَ الْمَرَاصِدِ الَّتِي أَقَامُوهَا فِي مَعَابِدِهِمْ، قَدَّمُوا لِعِلْمِ الْفَلَكَ الْكَثِيرَ مِنَ الْمُلَاحَظَاتِ الْفَلَكَيَّةِ الْقِيَمَةِ: مِنْهَا اِكْتِشَافُ أَقْمَارٍ لِلْمُشْتَرِيِّ؛ وَاحْتِوَاءُ سَطْحِ الشَّمْسِ عَلَى بُقْعٍ؛ وَأَنَّ الْكُونُ - كَمَا رَأَوْهُ - غَيْرُ مُتَنَاهٍ؛ وَسَجَّلُوا ثَلَاثَةَ انْفِجَارَاتٍ نَجْمِيَّةٍ: الْأَوَّلُ مِنْهَا حَدَثَ عَامَ 1006م، وَالثَّانِي عَامَ 1054م، وَالثَّالِثُ عَامَ 1572م؛ كَمَا سَجَّلُوا مُلَاحَظَاتِهِمْ حَوْلَ مُذَنْبٍ

اعْتَبَرُوا سَاعَةَ النَّهَارِ جُزْءًا مِنْ (12) جُزْءًا غَيْرِ مُتَسَاوِيَةٍ مِنْ حَيْثُ الزَّمَنُ مَعَ بَعْضِهَا، وَكَذَلِكَ فَعَلُوا بِالنَّسْبَةِ لِسَاعَاتِ اللَّيْلِ، وَعَلَى هَذَا تَكُونُ السَّاعَةُ (60) دَقِيقَةً، وَقَدْ تَكُونُ أَكْثَرَ أَوْ أَقَلَّ حَسَبَ فُضُولِ السَّنَةِ.



انْتِفَالُ (رَع) مِنْ قَارِيهِ النَّهَارِيِّ إِلَى قَارِيهِ اللَّيْلِ.

وَلِمَعْرِفَةِ التَّوْقِيتِ نَهَارًا، اعْتَمَدُوا عَلَى مِرْوَلَةِ شَمْسِيَّةٍ Sundial، عُثِرَ عَلَى وَاحِدَةٍ مِنْهَا فِي عَرَّةٍ فِي فِلَسْطِينَ يَعُودُ تَارِيخُهَا إِلَى (1223) ق.م؛ كَمَا عُثِرَ عَلَى مِرْوَلَةٍ أُخْرَى خَشَبِيَّةٍ طُولُهَا (28) سَم، لَا تَزَالُ مَحْفُوظَةً حَتَّى الْيَوْمِ فِي مُتَحَفِ بَرْلِين. أَمَّا التَّوْقِيتُ اللَّيْلِيُّ، فَكَانَ يَتِمُّ بِوَسَاطَةِ سَاعَاتٍ مَائِيَّةٍ لَهَا ثُقُوبٌ مُخْتَلِفَةٌ الْفَتَحَاتِ، إِذْ يُفْتَحُ كُلُّ مِنْهَا فِي مَوْعِدٍ مُعَيَّنٍ مِنْ أَوْقَاتِ السَّنَةِ، كَيْ تَتَنَاسَبَ حَرَكَةُ جَرَيَانِ الْمَاءِ مِنْ فَتْحَةِ السَّاعَةِ مَعَ طُولِ زَمَنِ السَّاعَةِ أَوْ قِصَرِهِ، حَسَبَ أَشْهُرِ السَّنَةِ. كَمَا كَانُوا يَعْتَمِدُونَ فِي التَّوْقِيتِ اللَّيْلِيِّ عَلَى مُقَارَنَةِ نُجُومِ السَّمَاءِ مَعَ الْجَدَاوِلِ الْفَلَكَيَّةِ الَّتِي أَشْرْنَا إِلَيْهَا، وَالَّتِي تُبَيِّنُ مَوَاعِيدَ شُرُوقِ النُّجُومِ وَغُرُوبِهَا، وَمَوَاقِعَهَا مِنَ السَّمَاءِ فِي كُلِّ سَاعَةٍ مِنْ سَاعَاتِهِمُ اللَّيْلِيَّةِ.

الْهُنُودُ وَالْكُونُ

كَانَتِ السَّمَاءُ وَمَا فِيهَا مِنْ أَجْرَامٍ، بِالنَّسْبَةِ لِلْهُنُودِ، الْقُوَى الَّتِي تَتَحَكَّمُ فِي الْإِنْسَانِ، وَتَرُسُّمُ وَاقِعِهِ وَمُسْتَقْبَلِهِ وَنَهَايَتِهِ. وَعَنْ طَرِيقِ التَّعَرُّفِ إِلَى تِلْكَ الْقُوَّةِ، وَالْإِسْتِعَانَةِ بِهَا، يُمَكِّنُ أَنْ يَعْرِفَ مَا يُرِيدُ. وَهَكَذَا ارْتَبَطَ التَّنْجِيمُ لَدَى الْهُنُودِ بِكُلِّ مَا يَتَعَلَّقُ بِالْكُونِ.

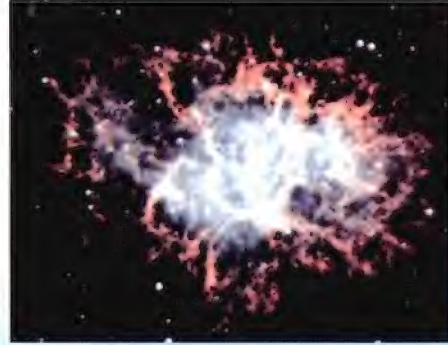
كُلَّ مَسَاءٍ الْمَاءُ مِنَ الْجُزْءِ الشَّرْقِيِّ مِنَ الْمُحِيطِ الَّذِي يُحِيطُ
بِالْأَرْضِ كُلِّهَا ، وَتَنَجُّهُ بِهِ نَحُونًا بَعْدَ أَنْ يَتَحَوَّلَ ذَلِكَ الْمَاءُ إِلَى
بُخَارٍ مُشْتَعِلٍ يَمُدُّهَا بِالنُّورِ الَّذِي نَرَاهُ، وَإِنَّهَا عِنْدَمَا تُدِيرُ لَنَا
ظَهْرَهَا لَتَسْكَبَ مَاءَهَا فِي الْجُزْءِ الْغَرْبِيِّ مِنْ ذَلِكَ الْمُحِيطِ ،
يَنْطَفِئُ نُورُهَا ؛ وَإِنَّ الْكُرَّةَ السَّمَاوِيَّةَ مَقْسُومَةً إِلَى نِصْفَيْنِ :
أَحَدُهُمَا مُؤَلَّفٌ مِنْ نَارٍ ، وَالثَّانِي مِنْ هَوَاءٍ مَمزُوجٍ بِقَلِيلٍ مِنَ
النَّارِ ، فَعِنْدَمَا يُوَاجِهْنَا النِّصْفُ النَّارِيُّ ، يُصْبِحُ الْوَقْتُ نَهَارًا ،
وَعِنْدَمَا يُوَاجِهْنَا النِّصْفُ الْهَوَائِيُّ ، يُصْبِحُ الْوَقْتُ لَيْلًا ؛ وَإِنَّ
الْأَرْضَ تَمَثِّلُ مَرَكَزَ الْكَوْنِ ، وَهِيَ ثَابِتَةٌ فِيهِ بِسَبَبِ ضَغْطِ الْهَوَاءِ
عَلَيْهَا مِنْ كُلِّ الْجِهَاتِ أَثْنَاءَ دَوْرَتِهِ مَعَ الْقُبَّةِ السَّمَاوِيَّةِ .

وَذَلَّتْ مِثْلَ هَذِهِ الْإِعْتِقَادَاتِ سَائِدَةٌ لَدَى الْيُونَانِيِّينَ
حَتَّى تَوَصَّلَ بَعْضُ فَلَاسِفَتِهِمُ الْمُتَأَخِّرِينَ إِلَى عَدَدٍ مِنَ الْحَقَائِقِ
الْفَلَكِيَّةِ الْمُبْنِيَّةِ عَلَى أُسُسٍ رِيَاضِيَّةٍ وَعِلْمِيَّةٍ . وَكَانَتْ بَعْضُ
النتائج التي تَوَصَّلُوا إِلَيْهَا قَرِيبَةً لِدَرَجَةٍ كَبِيرَةٍ إِلَى مَا انْتَهَتْ
إِلَيْهِ الدَّرَاسَاتُ الْحَدِيثَةُ ، الْمُعْتَمِدَةُ عَلَى أَجْهَزَةٍ عِلْمِيَّةٍ دَقِيقَةٍ ،
وَبِخَاصَّةِ تِلْكَ النَّتَائِجِ الَّتِي تَوَصَّلَ إِلَيْهَا كُلُّ مِنَ الْفَلَاسِفَةِ
الْيُونَانِيِّينَ : (فِيثاغورث) وَ(إِيدوكس) وَ(أَرِسْطوطاليس)
وَ(إِيرَاتوستين) وَ(بَطْلِيموس) .



أَطْلَسُ وَهُوَ يَحْمِلُ الْأَرْضَ .

هَالِي (29) مَرَّةً ، عِلْمًا بِأَنَّهُ لَا يُرَى إِلَّا كُلَّ (76) سَنَةٍ مَرَّةً
وَاحِدَةً ؛ كَمَا تَوَصَّلُوا إِلَى تَحْدِيدِ السَّنَةِ بِـ (365 . 24219)
يَوْمًا ؛ كَمَا صَنَعُوا (مِرْجَافًا) ، وَهُوَ مُسَجِّلُ الزَّلَازِلِ ؛ وَصَنَعُوا
(الْبُوصْلَةَ) Compass .



في عام 1045م ، سَجَّلَ
الصِّينِيُّونَ أَوَّلَ مُشَاهَدَةٍ
لِنَجْمٍ مُسْتَعْرِ فَاتِي فِي
كَوْكَبَةِ الشَّرْطَانِ (والذي
سُمِّيَ فيما بَعْدَ بِاسْمِ
سَدِيمِ الشَّرْطَانِ) .

الإِغْرِيقُ الْيُونَانِيُّونَ وَالْكُونُ

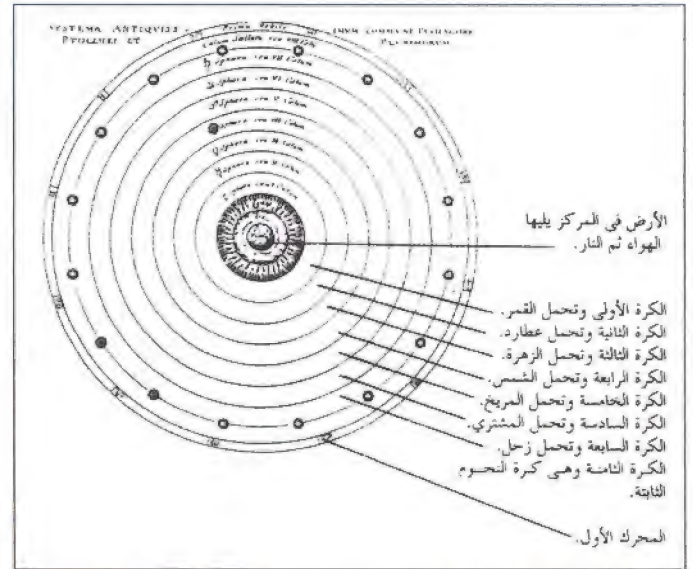


كَانَتْ نَظَرَةُ الْيُونَانِيِّينَ إِلَى الْكَوْنِ فِي الْبِدَايَةِ تَتَخَلَّلُهَا
الْخُرَافَاتُ وَالتَّصَوُّرَاتُ الْمُخْتَلِفَةُ الَّتِي جَاءَ بِهَا بَعْضُ
فَلَاسِفَتِهِمْ . وَمِنْ ذَلِكَ قَوْلُهُمْ : إِنَّ الْمَاءَ هُوَ أَصْلُ الْكَوْنِ
كُلِّهِ ؛ وَإِنَّ الْأَرْضَ هِيَ مَرَكَزُ ذَلِكَ الْكَوْنِ ، وَإِنَّهَا تَتَأَلَّفُ مِنْ
قُرْصٍ طَافٍ عَلَى سَطْحِ الْمَاءِ ؛ وَإِنَّ النُّجُومَ تَدُورُ حَوْلَهَا ؛
وَإِنَّ السَّمَاءَ ذَاتُ طَبِيعَةٍ نَارِيَّةٍ ؛ وَإِنَّ الشَّمْسَ هِيَ أَبْعَدُ أَجْرَامِ
السَّمَاءِ عَنِ الْأَرْضِ ؛ وَإِنَّ النُّجُومَ تُوقَدُ مَسَاءً كُلَّ يَوْمٍ ،
كَمَا تُوقَدُ الشُّمُوعُ ، وَإِنَّهَا تُطْفَأُ صَبَاحًا ؛ بَيْنَمَا تُوقَدُ الشَّمْسُ
صَبَاحًا وَتُطْفَأُ مَسَاءً ؛ وَإِنَّ الْقَمَرَ مُشَكَّلٌ مِنْ سَحَابَةٍ مَضْغُوطَةٍ
تَشْعُ نُورًا ، ثُمَّ يَنْطَفِئُ نُورُهَا فِي نِهَايَةِ كُلِّ شَهْرٍ ، لِیُوقَدَ مِنْ
جَدِيدٍ مَعَ مَطْلَعِ الشَّهْرِ التَّالِيِ ؛ وَإِنَّ الْأَجْرَامَ السَّمَاوِيَّةَ تَعْتَرِفُ

كَمَا انْكَبُوا عَلَى تَرْجَمَةِ الْكُتُبِ الْعِلْمِيَّةِ الَّتِي وَصَلَتْ إِلَى
أَيْدِيهِمْ، وَالْمُتَعَلِّقَةِ بِالسَّمَاءِ وَبِأَجْرَامِهَا، وَمِنْهَا كِتَابُ (السُّنْدِ
هِنْد) الَّذِي أَشْرْنَا إِلَيْهِ. كَمَا اسْتُشْهِرَ عَدَدٌ مِنْ عُلَمَائِهِمْ بِوَضْعِ
(أَزْيَاج) لَمْ يَسْبِقْهُمْ إِلَى مَا يُمَاتِلُهَا أَحَدٌ. وَقَامُوا بِأَرْصَادِ فَلَكَيَّةِ
عَنْ طَرِيقِ الْمَرَاصِدِ الْمُتَعَدِّدَةِ الَّتِي أُقِيمَتْ عَلَى جَبَلٍ (قَاسِيُون)
فِي دِمَشْقَ، وَفِي بَغْدَادَ، وَعَلَى جَبَلٍ (الْمُقَطَّم) قُرْبَ الْقَاهِرَةِ.



أبو عبد الله البتاني : (849-929 م / 235-317 هـ) . عالمُ فَلَكَ وَرِياضِيَّاتٍ .
وَجُغْرَافِيَا . عاشَ حَيَاتَهُ الْعِلْمِيَّةَ بَيْنَ الرَّقَّةِ عَلَى نَهْرِ الْفُرَاتِ وَأَنْطَاكِيَا فِي سوريَا ،
حَيْثُ أنشَأَ مَرَصِدًا عُرفَ بِاسْمِ (مَرَصِدِ الْبَتَانِي) ، وَعَكَّفَ عَلَى دِرَاسَةِ كُتُبٍ مِنْ
سَبَقِهِ . يَقُولُ رِجِيسُ مَورِلُون : «كَانَ الْبَتَانِي مِنْ أَكْبَرِ رَاصِدِي الْفَتْرَةِ الْأُولَى مِنْ
تَارِيخِ الْفَلَكَ طِيلَةَ ثَلَاثِينَ عَامًا ، فِي مَدِينَةِ الرَّقَّةِ الْوَاقِعَةِ شَمَالِ سوريَا حَالِيًا» .
وَهُوَ الَّذِي نَجَدَ عِنْدَهُ وَلِلْمَرَّةِ الْأُولَى عَلَى مَا يَبْدُو إِشَارَةً إِلَى "أَنَابِيْبِ الرِّصْدِ"
فِي كِتَابٍ لِعِلْمِ الْفَلَكَ ذِي تَقْلِيدٍ عَرَبِيٍّ يُونَانِيٍّ وَذَلِكَ فِي سِيَاقِ الْبَحْثِ عَنْ أَوَّلِ
هِلَالِ قَمَرِيٍّ عَلَى الْأَفَقِ . وَتَسْمَحُ هَذِهِ الْأَنَابِيْبُ الْخَالِيَةُ مِنَ الْعَدَسَاتِ بِتَرْكِيزِ
النَّظَرِ عَلَى مَكَانٍ مَا مِنَ السَّمَاءِ ، وَذَلِكَ بِحَذَفِ «الضَّوِّءِ الطُّفَيْلِيِّ» . وَالْبَتَانِي
أَوَّلُ مَنْ كَشَفَ السَّمْتِ وَالنَّظَرَ ، وَحَدَّدَ نُقْطَتَيْهِمَا مِنَ السَّمَاءِ ، كَمَا حَدَّدَ طُولَ
السَّنَةِ الْمَدَارِيَّةِ وَالْفُصُولِ ، وَالْمَدَارَ الْحَقِيقِيَّ وَالْمُتَوَسِّطَ لِلشَّمْسِ . وَقَدْ خَالَفَ
الْبَتَانِي بَعْضَ آرَاءِ بَطْلِيمُوسَ . وَبَيَّنَ الْأَسْبَابَ الَّتِي تَدْفَعُهُ إِلَى ذَلِكَ . وَهُوَ أَوَّلُ
مَنْ أَدْخَلَ فِي عِلْمِ الْفَلَكَ الرِّياضِيَّاتِيَّ حِسَابَ الْجِيُوبِ .



لَقَدْ احْتَلَّتِ الْأَرْضُ الْكُرُوَّةُ مَوْقِعَ الْمَوْكَزِ فِي النِّظَامِ الْأَرِسْطِي الْأَفْلَاطُونِيَّ ،
حَيْثُ تَحِيطُ بِهَا الْكَوَاكِبُ السَّمَاوِيَّةُ . وَشَكَّلَتْ كُرَةً التَّجْوُمِ الثَّابِتَةَ فِي هَذَا النِّظَامِ
جِدَاراً يُغْلَفُ الْكُونُ ، حَيْثُ لَا يَوْجَدُ وَرَاءَهُ شَيْءٌ ، لَا مَكَانٌ وَلَا زَمَانٌ .

الْكُونُ عِنْدَ الْعَرَبِ وَ الْمُسْلِمِينَ



كَانَتْ نَظَرَةُ الْعَرَبِ وَالْمُسْلِمِينَ إِلَى الْكُونِ عِلْمِيَّةً
وَوَاقِعِيَّةً ، فَيَوْمَ تُوُفِّيَ (إِبْرَاهِيمَ) ابْنُ النَّبِيِّ مُحَمَّدٍ (ص) ، وَوَفَّقَ
ذَلِكَ كُشُوفًا فِي الشَّمْسِ ، قَالَ النَّاسُ : "إِنَّ الشَّمْسَ كُسِفَتْ
لِمَوْتِ إِبْرَاهِيمَ ؛ فَقَالَ النَّبِيُّ الْكَرِيمُ : إِنَّ الشَّمْسَ وَالْقَمَرَ آيَتَانِ
مِنْ آيَاتِ اللَّهِ ، لَا تُكْسَفَانِ لِمَوْتِ أَحَدٍ ."

قَدْ حَسَبَهُ (23 و 51) دَقِيقَةً وَهُوَ مُتَعَيِّرٌ فَقَدْ كَانَ فِي زِمَانِهِ (23 و 34) دَقِيقَةً. وَقَدْ أَكَّدَ الْعِلْمُ الْحَدِيثُ أَنَّهُ قَدْ أَصَابَ فِي هَذَا الْحِسَابِ إِلَى حَدِّ دَقِيقَةٍ وَاحِدَةٍ. كَمَا حَقَّقَ الْبَتَانِي مَوَاقِعَ كَثِيرٍ مِنَ النُّجُومِ فَوَجَدَ أَنَّ بَعْضَهَا لَمْ يَعُدْ فِي الْمَكَانِ الَّذِي كَانَتْ عَلَيْهِ عَلَى عَهْدِ بَطْلِيمُوسَ. كَمَا صَحَّحَ الْبَتَانِي نَفْسَهُ طُولَ السَّنَةِ الشَّمْسِيَّةِ؛ فَقَدْ حَدَّدَهَا بِ (365 يوماً و 5 ساعات و 46 دقيقة و 32 ثانية). وَكَانَ حِسَابُ بَطْلِيمُوسَ لَهَا (365 يوماً و 5 ساعات و 55 دقيقة و 12 ثانية).



نُجُومُ الذَّبِّ الْأَصْغَرِ كَمَا وَرَدَتْ فِي كِتَابِ (صُورِ الْكَوَاكِبِ الثَّابِتَةِ لِلصُّوفِيِّ)، لِعَبْدِ الرَّحْمَنِ الصُّوفِيِّ (375-290 هـ / 986-903 م). مِنْ كِبَارِ عُلَمَاءِ الْفَلَكَ فِي الْعُصُورِ الْوُسْطَى. اتَّخَذَهُ عَضُدُ الدَّوْلَةِ الْبُيْهِي كَمَلَكِيٍّ مُعَلِّمٍ لِمَعْرِفَةِ مَوَاضِعِ وَحَرَكَاتِ النُّجُومِ الثَّابِتَةِ. فَبَنَى لَهُ مَرْصَدًا خَاصًّا بِهِ فِي حَدَائِقِ قَصْرِهِ. فَانْقَطَعَ الصُّوفِيُّ يَرْصُدُ فِيهِ النُّجُومَ لَيْلَةً لَيْلَةً. مِمَّا سَاعَدَهُ عَلَى التَّوَصُّلِ لِكِتْشَافَاتِ فَلَكِيَّةٍ هَامَّةٍ سَبَقَ بِهَا غَيْرُهُ مِنَ الْعُلَمَاءِ الْفَلَكَيِّينَ، سِوَاءَ كَانُوا مِنَ الْعَرَبِ أَوِ الْيُونَانِ. وَقَدْ اتَّبَعَ فِي اكْتِشَافَاتِهِ هَذِهِ مَنَهْجًا عِلْمِيًّا دَقِيقًا يَقُومُ عَلَى الْمُشَاهَدَةِ وَالْمُعَايَنَةِ الْمُبَاشِرَةِ وَالْمُتَابَعَةِ الْيَوْمِيَّةِ وَالسَّجِيلِ الْمُسْتَمَرِّ لِكُلِّ مَا يُشَاهَدُهُ أَوْ يَكْتَشِفُهُ مِنْ أَجْزَامِ سَمَاوِيَّةٍ، وَكَانَ يَرْسُمُهَا بِالْأَلْوَانِ، وَيُمَثِّلُهَا عَلَى هَيْئَةِ أَنْاسٍ أَوْ حَيَوَانَاتٍ أَوْ أَشْيَاءَ.

مِنْ أَبْرَزِ إِنْجَازَاتِ الْعَرَبِ وَالْمُسْلِمِينَ فِي عِلْمِ الْفَلَكَ أَنَّهُمْ كَانُوا الْأَسْبَقَ فِي الْحُصُولِ عَلَى طُولِ دَرَجَةٍ مِنْ خَطِّ نِصْفِ النَّهَارِ بِطَرِيقَةٍ عِلْمِيَّةٍ، فَقَدْ تَوَصَّلُوا إِلَى طَرِيقَةٍ مُبْتَكَّرَةٍ لِحِسَابِ ذَلِكَ؛ مَكَّنَتْهُمْ مِنَ الْحُصُولِ عَلَى نَتَائِجِ دَقِيقَةٍ يَعُدُّهَا الْعُلَمَاءُ الْآنَ مِنْ أَجْلِ آثَارِهِمْ فِي مِيدَانِ الْفَلَكَيَّاتِ، وَتَمَّ ذَلِكَ فِي عَهْدِ الْمَأْمُونِ وَبِأَمْرِ مِنْهُ. وَقَدْ ذَكَرَ ذَلِكَ ابْنُ يُونُسَ فِي كِتَابِهِ (الزِّيَجُ الْكَبِيرُ الْحَاكِمِي). وَقَامَ بِهَذَا الْعَمَلِ فَرِيقَانِ اتَّجَهَ أَحَدُهُمَا إِلَى مَنْطِقَةِ بَيْنَ وَاسِطٍ وَتَدْمُرَ وَقَاسَ هُنَالِكَ مِقْدَارَ هَذِهِ الدَّرَجَةِ فَكَانَتْ (56 1/4) مِنَ الْأُمِّيَالِ (الْمِيلِ الْعَرَبِيِّ أَطْوَلَ مِنَ الْمِيلِ الرُّومَانِيِّ)، أَمَّا الْفَرِيقُ الْآخَرُ فَاتَّجَهَ إِلَى صَحْرَاءِ سِنْجَارٍ، وَتَوَصَّلُوا إِلَى أَنَّ مِقْدَارَ هَذِهِ الدَّرَجَةِ (57) مِيلًا؛ لِذَا اتَّخَذَ الْمَأْمُونُ مُتَوَسِّطَ الْقِيَاسِينَ فَكَانَ (56 2/3) مِنَ الْأُمِّيَالِ تَقْرِيبًا. وَيُعَدُّ هَذَا الْقِيَاسُ قَرِيبًا جِدًّا مِنَ الْقِيَاسِ الَّذِي تَوَصَّلَ إِلَيْهِ الْعُلَمَاءُ فِي الْعَصْرِ الْحَدِيثِ وَهُوَ (56.93) مِيلًا، وَهَذَا يَعْنِي أَنَّ مُحِيطَ الْأَرْضِ يَبْلُغُ (41.248) كَم؛ أَيِ نَحْوِ (20.400) مِيلٍ. أَمَّا الرَّقْمُ الصَّحِيحُ لِمُحِيطِ الْأَرْضِ كَمَا حُسِبَ فِي الْعَصْرِ الْحَدِيثِ بِالْحَوَاسِبِ وَالْأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ فَهُوَ (40.070) كَم. أَمَّا الْبِيروني فَقَدْ ابْتَكَرَ طَرِيقَةً لِقِيَاسِ دَرَجَةِ مَنْ خَطِّ نِصْفِ النَّهَارِ ذَكَرَهَا فِي كِتَابِهِ الْأَسْطَرلابِ فَوَجَدَهَا (556.050) مِيلًا. وَلَا تَزَالُ هَذِهِ الطَّرِيقَةُ مُسْتَعْدَمَةً وَتُعَرَّفُ عِنْدَ الْغَرْبِ وَالشَّرْقِ بِقَاعِدَةِ الْبِيروني لِحِسَابِ نِصْفِ قُطْرِ الْأَرْضِ.

وَمِنْ إِنْجَازَاتِهِمْ أَنَّهُمْ كَانُوا أَوَّلَ مَنْ عَرَفَ أَصُولَ الرَّسْمِ عَلَى سَطْحِ الْكُرَّةِ، وَقَالُوا بِاسْتِدَارَةِ الْأَرْضِ وَدَوْرَانِهَا حَوْلَ مَحْوَرِهَا، وَقَامُوا بِضَبْطِ حَرَكََةِ أَوْجِ الشَّمْسِ وَتَدَاخُلِ فَلَكِهَا فِي أَفْلَاكِ أُخْرَى. كَمَا حَسَبُوا الْحَرَكَةَ الْمُتَوَسِّطَةَ لِلشَّمْسِ فِي السَّنَةِ الْفَارِسِيَّةِ. وَعِنْدَمَا حَسَبَ الْبَتَانِي مِيلَ فَلَكِ الْبُرُوجِ عَلَى فَلَكِ مُعَدِّلِ النَّهَارِ وَجَدَهُ (23 و 35) دَقِيقَةً، وَكَانَ أَبْرَخَسُ

تيخو براهي . وأدى هذا الاكتشاف إلى اتساع نطاق البحث في علمي الفلك والميكانيكا . كما بحث علماء الفلك المسلمون والعرب في حساب إهليلجية الشمس أيضاً ، واستنتجوا أن بُعد الشمس عن مركز الأرض إذا كانت عند أقصى بُعد لها يساوي (1.146) مرة مثل نصف قطر الأرض ، وإذا كانت عند أدنى بُعد لها يساوي (1.070) مرة مثل نصف قطر الأرض ، وإذا كانت في متوسط بعدها يساوي (1.108) مرة مثل نصف قطر الأرض . وهذه التقديرات قريبة جداً من النتائج التي خرج بها العلماء في العصر الحديث .



نجوم كوكبة الغواء كما وردت في كتاب صور الكواكب للصوفي

وضع الفلكيون العرب جداول دقيقة للنجوم الثوابت ، وأول من قام بذلك عبد الرحمن الصوفي ، وصنف في ذلك كتاباً بعنوان (صور الكواكب الثابتة) ، أوضح فيه النجوم الثابتة لعام (299 هـ / 911 م) ، وهذه الجداول مهمة حتى في العصر الحديث ، لمن أراد البحث في تاريخ بعض الكواكب ومواقعها وحركاتها . ويمتاز هذا الكتاب برسومه الملوثة للأبراج ولبقية الصور السماوية ، وقد رسم فيه أكثر من (1000) نجم



انتقد الفلكيون العرب - من أمثال ابن الأفلح والأشيلي - كتاب بطليموس (المجسطي) في كتابيهما (إصلاح المجسطي والهيئة على التوالي) . كما اكتشف العلماء المسلمون أنواع الخلل في حركة القمر . فقد ثبت لدى المؤرخين أن الخلل الثالث كان من اكتشاف أبي الوفاء البوزجاني وليس



والأنهار.

هناك إنجازان عظيمان في علم الفلك يُسَبَّان لابن الهيثم، أولهما تحدث عنه في رسالة بعنوان (رسالة ارتفاع القطب) يستنتج فيها أن ارتفاع القطب **Polaris** يُساوي عرض المكان. وهو إنجاز ذو أهمية بالغة في أعمال المساحة والأعمال المشابهة لها؛ وعمله يتلخص في رصد الزمن الذي يستغرقه الكوكب للوصول من ارتفاع شرقي قريب من خط نصف النهار إلى ارتفاع مساوٍ له في الغرب، ومعرفة قيمة هذا الارتفاع الشرقي أو الغربي، وارتفاع الكوكب عند مروره بخط نصف النهار. ويوضح ابن الهيثم طريقة عمل ذلك مبيناً القانون الخاص بعلاقة الارتفاعات المذكورة، والزمن الذي يستغرقه الكوكب في الحالة الأولى التي يمر فيها بسمت الرأس، أو يكون عند عبوره قريباً منها. وفي الحالة الثانية: عندما يكون عبوره على نقطة من خط نصف النهار تختلف عن سمت الرأس. ويدلُّ ابن الهيثم على كيفية الحصول على هذه العلاقات بالبرهان الهندسي الدقيق. ويبين أن تأثير الانعطاف على أرواح الكواكب عند قربها من سمت الرأس يكاد يكون معدوماً؛ لذا فالأخطاء الناشئة من يقين الارتفاع بواسطة الأجهزة تخلص من هذا العامل كما تخلص أيضاً من عامل زاوية اختلاف القطر لأن بُعد الكواكب عن الأرض نسبة إلى نصف قطر الأرض كبير جداً.

أما الإنجاز الثاني فلا يزال العلم الحديث يأخذ به أيضاً وهو أن ظاهرة إدراك الكواكب عند الأفق أعظم منها في وسط السماء فيقول: "إن كل كوكب إذا كان على سمت الرأس، فإن البصر يدرك مقداره أصغر. وكلما كان أبعد عن سمت الرأس كان ما يدركه البصر من مقداره أعظم من مقداره الذي يدركه وهو أقرب إلى سمت الرأس".

وصورها على هيئة الأناسي والحيوانات؛ فمئها ما هو بصورة رجل في يده اليسرى سيف يُشيرُ بذبابته إلى رأس غول ناصيته في القبضة اليمنى للرجل؛ ومئها ما هو بصورة كهل في يده اليسرى قضيب أو صولجان، وعلى رأسه عمامة أو قلنسوة فوقها تاج. ومئها ما هو على هيئة امرأة جالسة على كرسي له قائمة كقائمة المنبر؛ ومئها ما صور على هيئة حيوانات كالذئب والأسد أو طي أو تين وغير ذلك.

من إنجازات العرب في هذا الحقل أيضاً رصدهم للاعتدالين الربيعي والخريفي؛ وكذلك الانقلاب الصيفي والشتوي، وكتبوا عن كلف الشمس قبل غيرهم، وأول من قام بذلك ابن رشد (ت 595 هـ/1198 م)، كما توصل بالحساب الفلكي إلى وقت عبور عطارد على قرص الشمس، فرصده وشاهده بمثابة بقعة سوداء على قرصها في الوقت الذي تنبأ به تماماً. كما رصدوا الخسوف والكسوف وحددوا مواقيت حدوثهما. وممن قام بذلك ابن باجة الأندلسي (ت 533 هـ/1138 م)، وكذلك الفزويني الذي يقول في عجائب المخلوقات "إذا صار القمر في مقابلة الشمس، كان النصف المواجه للشمس هو النصف المواجه لنا (أيضاً) فتراه بداراً. حتى إذا صار القمر في مقابلة الشمس تماماً واستحال علينا أن نرى شيئاً من جانبه المضيء امحق نوره؟ فرأيناه نحن مظلماً". كما تحدث الفلكيون كثيراً عن أثر القمر في ظاهرة المد والجزر في البحار





كُرَّة سَمَاوِيَّة مَصْنُوعَةٌ مِنَ النُّحَاسِ تُعُودُ لِلْقَرْنِ الـ (18م)

هـ/1225 م).

وَمِنْ إِنْجَازَاتِ الْعُلَمَاءِ الْعَرَبِ فِي الْفَلَكِ صُنْعُ الْكُرَاتِ الَّتِي بَيَّنَّا عَلَيْهَا السَّمَاءَ وَكَوَاكِبَهَا وَنُجُومَهَا. وَكَانَ أَوَّلَ مَنْ صَنَعَ كُرَّةَ سَمَاوِيَّةً مِنْ هَذَا الْقَبِيلِ إِبْرَاهِيمُ السَّهْلِيُّ عَامَ (473 هـ/1080 م) وَهُوَ أَحَدُ عُلَمَاءِ بَلَنْسِيَّةَ فِي الْأَنْدَلُسِ. كَمَا أَنَّ الزَّرْقَالِيَّ (ت 493 هـ/1099 م) وَضَعَ مَا اشْتَهَرَ فِي



تَارِيخِ هَذَا الْعِلْمِ بِاللَّوَائِحِ الطَّلِيظِيَّةِ الَّتِي تُرْجِمَتْ إِلَى اللَّاتِينِيَّةِ وَنُشِرَتْ بِعُنْوَانِ اللَّوَائِحِ الْأَفُونَسِيَّةِ نِسْبَةً إِلَى الْمَلِكِ أَلْفُونَسُو الْعَاشِرِ الَّذِي أَمَرَ بِتَرْجُمَةِ جَمِيعِ آثَارِ الزَّرْقَالِيَّ إِلَى اللُّغَةِ الْقِسْطَالِيَّةِ، وَمِنْ بَيْنِهَا زَيْجُ الزَّرْقَالِيَّ الَّذِي اعْتَمَدَ عَلَيْهِ فِيمَا بَعْدُ عُلَمَاءُ الْفَلَكِ فِي

وَمِنْ إِنْجَازَاتِ الْفَلَكَائِيِّ
الْمُسْلِمِينَ أَيْضاً إِصْلَاحُ التَّقَاوِيمِ
Calendars الخَاطِئَةِ، وَيَتِمُّثَلُ
ذَلِكَ فِي عَمَلِ عُمَرِ الْخِيَامِ الَّذِي
قَامَ بِهِ سَنَةَ (467 هـ/1074 م)
عِنْدَمَا دُعِيَ لِإِصْلَاحِ التَّقْوِيمِ
الْفَارِسِيِّ فِي مَرْصِدِ الرَّيِّ.
فَكَانَتِ السَّنَةُ الْفَارَسِيَّةُ تَتَأَلَّفُ
مِنْ (12) شَهْراً يَخْتَوِي كُلُّ
مِنْهَا عَلَى (30) يَوْماً، ثُمَّ تَجِيءُ
خَمْسَةُ أَيَّامٍ بَيَضُ يَتَّخِذُونَهَا عِيداً



لِإِتِمَامِ السَّنَةِ (365) يَوْماً. وَقَامَ الْخِيَامُ بِتَعْدِيلِ هَذَا التَّقْوِيمِ بِزِيَادَةِ (15) يَوْماً فِي كُلِّ (62) سَنَةً فَبَقِيَ خَطَأُ مِقْدَارُهُ يَوْمٌ وَاحِدٌ يَتَكَرَّرُ مَرَّةً وَاحِدَةً كُلَّ (3.770) سَنَةً. كَمَا صَحَّحَ أَبُو عَلِيٍّ الْمَرَاكِشِيُّ خَرِيْطَةَ الْمَغْرِبِ الْفَلَكَيَّةِ، وَكَانَ أَوَّلَ مَنْ اسْتَعْمَلَ خُطُوطَ الطُّوْلِ الَّتِي تَدُلُّ عَلَى السَّاعَاتِ الْمُتَسَاوِيَةِ عَلَى الْخَرِيْطَةِ، وَلَمْ تَكُنْ مَوْجُودَةً عِنْدَ مَنْ سَبَقَهُ مِنَ الْعُلَمَاءِ سِوَاءِ فِي بِلَادِ الْيُونَانِ أَوْ فِي الْعَالَمِ الْإِسْلَامِيِّ. وَأَلَّفَ كِتَاباً فِي الْفَلَكِ جَمَعَ فِيهِ كَثِيراً مِنَ الْمَعَارِفِ الْمُتَعَلِّقَةِ بِالْفَلَكِ وَآلَاتِ الرُّصْدِ، وَتَضَمَّنَ جَدُولاً يَضُمُّ (240) نَجْماً رَصَدَهَا فِي سَنَةِ (622



النجوم. ويُسمى الطرف شظية، ثم هناك المسطرة وتسمى أيضاً العضادة، وتدور حول مركز الظهر ولها ذراعان ينتهي كل منهما بشظية يؤخذ منها ارتفاع الشمس. ورُسِمَت إلى جانب الصفائح خطوط الساعات وخط الاستواء. كان استخدَامُ الإسطرلاب عند اليونانيين مقصوراً على استعمالات معينة، مثل ارتفاع النجوم والبروج وغيرها. لكن العرب ذكروا له ما يزيد على (300) استعمال، منها ما يتعلق بأوقات الصلاة وتعيين اتجاه القبلة، ومنها ما يتعلق بشؤون المساحة، وقياس عمق الآبار، وارتفاع الجبال، وفي الملاحة، ومعرفة درجات الطول والعرض، وحساب الشهور والتواريخ. ومن أمثلة أسطرلابات تحديد القبلة ما أطلق عليه (القبلة نامة)، وغالباً ما تكون هذه الآلة دائرية الشكل، غير أنها تكون أحياناً مستطيلة يُكتب على أحد وجهيها أسماء المدن الإسلامية مثل إيران والعراق والجزيرة وباقي بلاد العالم الإسلامي، وعلى الوجه الآخر الجهات الأربعة، وفي وسطها إبرة تشير إلى اتجاه القبلة عندما تضبط في المكان المطلوب.



نظرة الأوروبيين وغيرهم إلى الكون

منذ القرن الخامس عشر الميلادي، أخذ علم الفلك في أوروبا يتلمس طريقه الصحيح، ويرسي أسسه السليمة على يد جمهرة

أوروبا. وإلى الزرقالي تُنسب أدق درجة عُرفت في عصره لحركة أوج الشمس بالنسبة إلى النجوم. وقد بلغ مقدارها عنده (12.04) دقيقة بينما مقدارها حالياً (12.08) دقيقة.



الإسطرلاب:

ابتكره اليونانيون بمدرسة الإسكندرية نحو (320 ق.م)، وهي كلمة يونانية تعني قياس النجوم. ولما آل علم الفلك إلى العرب اهتموا بهذه الآلة وتطوّرت على أيديهم بعد أن كانت بدائية بسيطة. وأول من ابتكر إسطرلاباً عربياً إبراهيم بن حبيب الفزارى، فهو الذي اخترع الإسطرلاب ذا الحلقة، والإسطرلاب المسطح. وقد طوّر العرب عدّة أنواع من الإسطرلابات منها على سبيل المثال الإسطرلاب الخطي والإسطرلاب الكروي، ولكل منها أنواع تفرّع عنها مثل المسرطن والزورقي، والعقربي، والعنكبوتي والآسي، والأسطوانى، والجنوبي والشمالي، والتام، والطوماري، وحُق القمر، والمغنى، والجامعة.

يتألف الإسطرلاب المسطح - ويسمى أيضاً ذو الصفائح، وهو أول ما صنع من الإسطرلابات - من قرص دائري يراوح قطره بين (10 و 20) سم، وله عروة اسمها الحبس متصلة بحلقة أو علاقة تصلح لتعليق الإسطرلاب بحيث يكون في وضع رأسي، وبه قطعة تسمى الأم وهي الصفحة السفلى التي تحتوي على بقية الصفائح. وهذه الصفائح أقراص مستديرة تغلّوها الشبكة أو العنكبوت، وهي صفيحة موضوعة فوق أخواتها تتألف من شرائط معدنية مثبتة بشكل يبقى معه ظاهراً فلك البروج ومواقع النجوم الرئيسة وأسمائها. وهذه الشبكة تتألف من شرائط معدنية قُطعت في شكل فني تنتهي بأطراف عديدة تشير إلى مواقع



وَالْخَرِيفِ فِي وَقْتِ أَبْكَرَ مِمَّا حَلَّ فِيهِ فِي الْعَامِ السَّابِقِ. كَمَا
اُكْتُشِفَ مِثْلَ مَدَارَاتِ الْكَوَاكِبِ عَلَى دَائِرَةِ الْبُرُوجِ، وَتَقَاطَعَهَا
مَعَهَا.

- تِيخوبراهي، الدَّانِمَرْكِي (1546 - 1601م) :
هُوَ الَّذِي اسْتَنْجَحَ بِأَنَّ مَدَارَاتِ الْمُدَنَّبَاتِ مَدَارَاتُ
اهْلِيلَجِيَّةٍ، بَعْدَ أَنْ قَامَ بِرَّصْدِ أَحَدِهَا.

- جوهانس كبلر، الأَلْمَانِي (1571 - 1630م) :
تَوَصَّلَ بِنَتِيجَةِ حِسَابَاتِهِ الْفَلَكِيَّةِ إِلَى وُجُودِ كَوَكَبٍ بَيْنَ
(الْمِرْيَخِ) وَ(الْمُشْتَرِيِّ)، ثُمَّ كَشَفَ الرَّصْدُ، فِيمَا بَعْدَ، عَنْ
وُجُودِ حَزَامٍ مِنَ الْكُوكَبَاتِ بَيْنَ الْكُوكَبَيْنِ الْمَذْكُورَيْنِ. كَمَا
جَاءَ بِقَانُونِهِ الْمَشْهُورِ الَّذِي يَضُمُّ ثَلَاثَ نَقْطٍ تَتَعَلَّقُ بِالنِّظَامِ
الَّذِي تَتَّبِعُهُ الْكَوَاكِبُ أَثْنَاءَ دَوْرَانِهَا حَوْلَ الشَّمْسِ وَهِيَ :

مِنَ الْعُلَمَاءِ الْأُورُوبِيِّينَ وَغَيْرِهِمْ مِمَّنْ صَاغُوا عَدَدًا مِنَ الْقَوَانِينِ،
وَالنَّظَرِيَّاتِ الَّتِي تَتَعَلَّقُ بِالْكُونِ وَمَا فِيهِ. وَاسْتَعَانُوا بِالْأَجْهَزَةِ الْعِلْمِيَّةِ،
وَبِالْمَرَاصِدِ الْفَلَكِيَّةِ، مِمَّا صَنَعُوهُ أَوْ طَوَّرُوهُ، عِلْمًا بِأَنَّ بَعْضَهُمْ -
بِرَّغْمِ مَا جَاءَ بِهِ مِنْ دِرَاسَاتٍ قِيَمَةٍ وَنَتَائِجٍ عِلْمِيَّةٍ صَحِيحَةٍ حَوْلَ
بَعْضِ الْقَضَايَا الْعِلْمِيَّةِ وَالْفَلَكِيَّةِ - كَانَتْ لَهُ أَفْكَارٌ خَاطِئَةٌ وَتَصَوُّرَاتٌ
غَيْرُ صَحِيحَةٍ حَوْلَ بَعْضِ قَضَايَا عِلْمِيَّةٍ وَفَلَكِيَّةٍ أُخْرَى.

وَالْقَفْزَةُ الرَّائِعَةُ الَّتِي تَحَقَّقَتْ فِي مَجَالِ الْكُونِ مُنْذُ النِّصْفِ
الثَّانِي مِنَ الْقَرْنِ الْعِشْرِينَ، وَمَا بَلَغَهُ الْإِنْسَانُ مِنْ مُكْتَشَفَاتٍ، وَوَصَلَ
إِلَيْهِ مِنْ مَعَارِفٍ وَحَقَائِقٍ، إِنَّمَا تَدِينُ بِالْفَضْلِ لِلْقَوَانِينِ وَالنَّظَرِيَّاتِ
وَالْأَفْكَارِ الَّتِي قَدَّمَهَا هَؤُلَاءِ الْعُلَمَاءُ بِلا انْقِطَاعٍ مُنْذُ الْقَرْنِ الْخَامِسِ
عَشَرَ وَحَتَّى الْيَوْمِ، وَالَّتِي كَانَتْ الْجِسْرَ الَّذِي يَسَّرَ لِعُلَمَاءِ الْقَرْنِ
الْعِشْرِينَ بُلُوغَ مَا بَلَغُوهُ. وَمَا مِنْ شَكٍّ فِي أَنَّ أَعْظَمَ نَظَرِيَّتَيْنِ مِنْ بَيْنِ
النَّظَرِيَّاتِ الَّتِي سَاعَدَتْ عَلَى الْقَفْزَةِ الرَّائِعَةِ الَّتِي أَشْرْنَا إِلَيْهَا فِي مَجَالِ
الْكُونِ، نَظَرِيَّةُ (الْجَادِبِيَّةِ) Gravity الَّتِي جَاءَ بِهَا الْعَالَمُ (نِيوتن)
وَنَظَرِيَّةُ (النِّسْبِيَّةِ) Relativity الَّتِي جَاءَ بِهَا الْعَالَمُ (آينشتاين).

وَلَا بُدَّ فِي هَذَا الْمَجَالِ، مِنْ التَّعَرُّضِ لِذِكْرِ أَهَمِّ الْعُلَمَاءِ
الَّذِينَ كَانُوا قَادَةَ عِلْمِ الْفَلَكِ فِي أَوْرُوبَا أَوَّلًا، ثُمَّ فِي أَنْحَاءِ
أُخْرَى مِنَ الْعَالَمِ، بَدْءًا مِنَ الْقَرْنِ الْخَامِسِ عَشَرَ الْمِيلَادِيِّ
وَحَتَّى الْيَوْمِ، وَمَا سَاهَمَ بِهِ كُلُّ مِنْهُمْ فِي مَجَالِ هَذَا الْعِلْمِ :

- كوبرنيكوس، الْبُولَنْدِيُّ (1473 -

1543م) :

أَكَّدَ عَلَى أَنَّ الشَّمْسَ هِيَ مَرْكَزُ
لِلْكَوَاكِبِ الَّتِي تَدُورُ حَوْلَهَا، وَاُكْتُشِفَ
تَدْوِيمَ الْأَرْضِ أَثْنَاءَ دَوْرَتِهَا الْإِنْتِقَالِيَّةِ،
مِمَّا يُوَدِّي إِلَى ابْتِعَادِ مَحَوْرَهَا قَلِيلًا
عَنْ نَجْمِ الْقُطْبِ، وَيَتَسَبَّبُ
ذَلِكَ فِي مُبَاكَرَةِ الْإِعْتِدَالَيْنِ
- أَيِ حُلُولِ فَضْلَي الرَّبِيعِ



كوبرنيكوس



أعضاء في مجلس الشيوخ في مدينة البندقية ينظرون إلى أقمار المشتري من خلال التلسكوب الذي ابتكره غاليليو في القرن السابع عشر.

وأنه كلما كانت كثافة الجسم أقل، كانت المقاومة التي يلاقها أثناء سقوطه أكبر.

كما اخترع منظاره الفلكي Telescope الذي اكتشف به الأقمار الأربعة للمشتري، وكشف أن للزهرة وجوهاً تشبه وجوه القمر، حيث يرى وجهها كهلال ثم كأحدب ثم كتربيع ثم كبدر الخ... كما توصل إلى الكشف عن تضاريس القمر، إلا أنه اعتقد بأن المناطق المعتمة فيه إنما هي بحار، مما جعله يطلق عليها اسم (بحار).

وكشف عن البقع الشمسية Sunspots، وقال بأن حرارتها أكثر انخفاضاً مما حولها، لذا تبدو معتمة. وقال بأن النظر إلى الشمس بدون مرشح ضوئي Filter يؤدي إلى عمى العين.



- جان دومينكو كاسيني، الإيطالي، (1625 - 1712) م:

اكتشف بالمرصد أن الحلقة المحيطة بزحل، والتي اكتشفها قبله العالم الفلكي



أ. لجميع كواكب المنظومة الشمسية مدارات إهليلجية تحتل الشمس إحدى بؤرتيها.

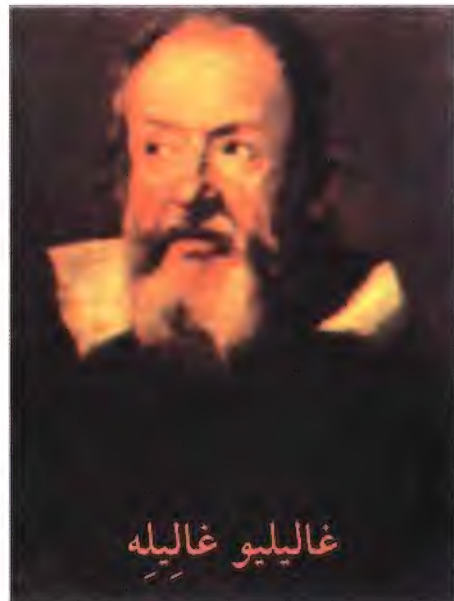
ب. يمسح الخط الوهمي الواصل بين مركز الكوكب ومركز الشمس، أثناء دوران ذلك الكوكب حول الشمس، مساحات متساوية في زمن

متساو، لذا فإن الكواكب تبطئ عندما تكون بعيدة عن الشمس، وتسرع عندما تكون قريبة منها.

ج. مربع زمن دوران الكوكب حول الشمس يتناسب طردياً مع مكعب بعده الوسطي عن الشمس.

- غاليليو غاليلي، الإيطالي (1564 - 1642) م:

جاء بقانونه القائل بأن جميع الأجسام تسقط نحو الأرض بسرعة واحدة، والاختلاف الذي نراه في سرعة الأجسام الساقطة باتجاه سطح الأرض، وذات الكثافات المختلفة، ناتج عن المقاومة التي تلاقها تلك الأجسام أثناء سقوطها،



غاليليو غاليلي

ج. لِكُلِّ فِعْلٍ رَدُّ فِعْلٍ مُسَاوٍ لَهُ فِي الكَمِّيَّةِ، وَمُضَادٌّ لَهُ

فِي الاتِّجَاهِ.

- إدموند هالي،
البريطاني (1656 -
1742م):



إدموند هالي

قَامَ بِرِسْمِ خَارِطَةِ لِسْمَاءِ
نُصْفِ الْكُرَةِ الْجَنُوبِيِّ وَهُوَ
فِي جَزِيرَةِ (سَانْت هِيلانة)
الَّتِي قَصَدَهَا خَصِيصاً لِذَلِكَ،
حَيْثُ تَنَكَّشَ لَهُ رُقْعَةٌ أَوْسَعُ
مِنْ سَمَاءِ النُّصْفِ الْجَنُوبِيِّ.

كَمَا حَدَدَ مَسَارَ الْمَذْنَبِ Comet الَّذِي دُعِيَ بِاسْمِهِ -
وَهُوَ مُذْنَبٌ (هالي) - وَأَثْبَتَ أَنَّهُ هُوَ الَّذِي كَانَتْ تَرَاهُ الشُّعُوبُ
عَبْرَ التَّارِيخِ كُلِّ (76) سَنَةٍ مَرَّةً وَاحِدَةً، وَالَّذِي رَصَدَهُ الصِّينِيُّونَ
(29) مَرَّةً، وَتَنَبَّأَ بِعَوْدَةِ ظُهُورِهِ عَامَ (1758)م، وَقَدْ حَدَثَ
ذَلِكَ فِعْلاً، إِلَّا أَنَّهُ تُوُفِّيَ قَبْلَ عَوْدَةِ الْمَذْنَبِ بِـ (16) سَنَةً.
كَمَا أَثْبَتَ أَنَّ النُّجُومَ لَيْسَتْ ثَابِتَةً فِي أَمَاكِنِهَا عَلَى الْمَدَى
الطَّوِيلِ، بِدَلَالَةِ أَنَّ النُّجُومَ الَّتِي رَصَدَهَا الإِغْرِيقِيُّونَ غَيَّرَتْ
مَوَاقِعَهَا مُنْذُ أَيَّامِ الإِغْرِيقِ الْيُونَانِيِّينَ وَحَتَّى الْيَوْمِ.

- جورج كريستوف إيمارت، الألماني (1668-
1705م):

صَمَّمَ قُبَّةَ فَلَكِ سَمَاوِيَّةً صِنَاعِيَّةً تُوَضِّحُ حَرَكَاتِ النِّظَامِ
الشَّمْسِيِّ Solar system ومَوَاقِعَ النُّجُومِ فِي السَّمَاءِ.

- وليام هيرشل، الألماني (1738-1822م):

أَمَضَى فِي الْمَمْلَكَةِ الْمُتَّحِدَةِ مُعْظَمَ سِنِي حَيَاتِهِ الْآخِرَةِ.
اِكْتَشَفَ كَوْكَبَ (أورانوس) عَامَ 1781م بِوَسَاطَةِ الْمِرْقَبِ
الْفَلَكَيِّ الَّذِي صَنَعَهُ بِيَدِهِ. وَفِي عَامِ 1787م، اِكْتَشَفَ تَابِعَيْنِ
مِنْ تَوَابِعِ (أورانوس) هُمَا: (تينانيا) و(أوبيرون). كَمَا اِكْتَشَفَ

(هاينجنز)، لَيْسَتْ حَلَقَةٌ وَاحِدَةً وَإِنَّمَا حَلَقَتَانِ بَيْنَهُمَا فَرَاغٌ،
وَقَدْ دَعَا الْعُلَمَاءُ هَذَا الْفَرَاغَ بِاسْمِهِ تَكْرِيمًا لَهُ فَأَصْبَحَ يُدْعَى
(فَرَاغَ كَاسِينِي). كَمَا اِكْتَشَفَ مُعْظَمَ أَقْمَارِ زُحَلٍ. وَحَدَّدَ بُعْدَ
الْقَمَرِ عَنِ الْأَرْضِ تَحْدِيدًا دَقِيقًا.



كريستيان هايجنز

- كريستيان هايجنز،
الهولندي (1629 -
1695م):

هُوَ الَّذِي كَشَفَ عَنْ أَنَّ
حَلَقَةَ (زُحَلٍ) لَا تَمَسُّ سَطْحَهُ،
وَاِكْتَشَفَ قَمَرَ (زُحَلٍ) الْمُسَمَّى
(تيتان). وَاِكْتَشَفَ السَّيِّمَ
الْمَعْرُوفَ بِاسْمِ (أوريون) - آي (الْجَبَّارِ).



إسحاق نيوتن

- إسحاق
البريطاني (1642 -
1727م):

اِكْتَشَفَ طَرِيقَةَ
الْحُصُولِ عَلَى طَنَفِ
الْأَجْسَامِ الْمُضَيِّئَةِ عَنْ
طَرِيقِ تَحْلِيلِ الضَّوئِ
إِلَى طَنَفِ بَوَسَاطَةِ مَوْشُورٍ
زُجَاجِيٍّ، كَمَا اِكْتَشَفَ قَانُونِ الْجَذَابِيَّةِ

وَالَّذِي صَاغَ قَوَانِينِ الْحَرَكَةِ فِي ثَلَاثَةِ بَنُودٍ هِيَ:

أ. يَظَلُّ كُلُّ جِسْمٍ عَلَى حَالَتِهِ مِنَ السُّكُونِ، أَوْ الْحَرَكَةِ
الْمُنْتَظَمَةِ عَلَى خَطِّ مُسْتَقِيمٍ، مَا لَمْ تُؤَثِّرْ عَلَيْهِ قُوَّةٌ خَارِجِيَّةٌ تُغَيِّرُ
مِنْ حَالَتِهِ.

ب. يَتَنَاسَبُ مُعَدَّلُ التَّغْيِيرِ فِي كَمِّيَّةِ حَرَكَةِ أَيِّ جِسْمٍ مَعَ
الْقُوَّةِ الْمُحْدِثَةِ لَهُ، وَيَكُونُ فِي اتِّجَاهِ خَطِّ عَمَلِ تِلْكَ الْقُوَّةِ.

وَبِخُطُوطٍ مُسْتَقِيمَةٍ.

أَمَّا نَظَرِيَّتُهُ الثَّانِيَّةُ : فَتَتَعَلَّقُ بِالْأَجْسَامِ الَّتِي سُرْعَتُهَا مُتَزَايِدَةٌ
بِالنَّسْبَةِ لِلْمُشَاهِدِ ، أَيِ الَّتِي يَحْدُثُ تَسَارُعٌ فِي حَرَكَتِهَا .

وَاعْتَرَضَ عَلَى مَا جَاءَ بِهِ الْعَالَمُ (نِيوتن) مِنْ تَشْبِيهِ الْكَوْنِ
بِجَزِيرَةٍ ذَاتِ حُدُودٍ ، وَأَنَّهَا قَائِمَةٌ فِي فُضَاءٍ غَيْرِ مَحْدُودٍ .
بَيْنَمَا اعتَبَرَهُ (آينشتاين) كَوْنًا مُغْلَقًا ، لَا بَدَايَةَ لَهُ وَلَا نِهَايَةَ لَهُ ،
إِلَّا أَنَّهُ مُتَنَاهٍ فِي حَجْمِهِ ، لِأَنَّهُ ذُو شَكْلِ كُرَوِيٍّ مُغْلَقٍ ، إِذَا مَا
انْطَلَقَ الْإِنْسَانُ فِيهِ مِنْ نُقْطَةٍ ، عَادَ إِلَيْهَا . وَالتُّورُ الَّذِي يَنْطَلِقُ
مِنْ نُقْطَةٍ مَا سَيَرْتَدُّ إِلَيْهَا بَعْدَ (200) تَرِيلِيُونِ سَنَةٍ مِنْ سِنَوَاتِنَا
الْأَرْضِيَّةِ .

إِلَّا أَنَّ دَرَأَسَاتِ الْعُلَمَاءِ الَّذِينَ جَاؤُوا بَعْدَ آينشتاين ،
أَظْهَرَتْ خَطَأَ نَظَرِيَّتِهِ (الْكُونُ الْمُغْلَقُ الثَّابِتُ الْحَجْمُ) عِنْدَ
آينشتاين ، وَأَثْبَتَتْ أَنَّ الْكَوْنَ آخِذٌ بِالتَّوَسُّعِ ، وَأَنَّ الْمَجَرَّاتِ
تَنْطَلِقُ فِيهِ مُتَبَاعِدَةً عَنْ بَعْضِهَا .

- جورج اليرى هيل ، الأَمِيرِكِيُّ (1868 -

1938)م :

هُوَ الْفَلَكِيُّ الَّذِي بَدَأَ بِصُنْعِ مِرْقَبِ جَبَلٍ (بالومار)
الْفَلَكِيِّ فِي (كاليفورنيا) فِي (الْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ) ، حَيْثُ
أَقِيمَ مَرَصِدٌ عَلَى ارْتِفَاعٍ يَزِيدُ عَلَى (1500) مِثْرٍ فَوْقَ
قِمَّةِ ذَلِكَ الْجَبَلِ ، وَهُوَ الْمَرَصِدُ الْمَعْرُوفُ بِاسْمِ (مَرَصِدِ
بالومار) . وَقَدْ بَلَغَ قُطْرُ مِرْوَءِ الْمِرْقَبِ (5) أَمْتَارٍ . وَظَلَّ
يَعْمَلُ فِي صُنْعِ ذَلِكَ الْمِرْقَبِ مُدَّةً تَزِيدُ عَلَى (10) سَنَوَاتٍ
قَبْلَ أَنْ يُنْهِيَهُ ، وَكَانَ ذَلِكَ بَيْنَ عَامِ (1928 - 1938)م ،
حَيْثُ تُوُفِّيَ ، فَاتَّمَّ صُنْعُهُ مِنْ بَعْدِهِ الْعَالِمُ الْفَلَكِيُّ (ايراس
بوين) . وَكَانَ (جورج هيل) قَدْ صَمَّمَ فِي فِتْرَةٍ سَابِقَةٍ مِرْقَبَ
(يركس) الْإِنْكَسَارِيِّ ، وَمِرْقَبَ جَبَلٍ (ويلسون) الْعَاكِسِ
فِي (الْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ) .

تَابِعِينَ مِنْ تَوَاجِعِ (زُحَل) هُمَا : (مِيَمَاس) وَ(إِنْسِيلَادُوس) .

وَاكتُشِفَ النُّجُومُ الثَّنَائِيَّةُ Binary stars أَوْ (الْمُزْدَوِجَةُ)
الَّتِي يَدُورُ كُلُّ مِنْهُمَا حَوْلَ الْآخَرِ بِفِعْلِ التَّجَادُبِ . وَاكتُشِفَ
عَنَاقِيدُ النُّجُومِ الْكُرَوِيَّةُ Global star clusters . وَكَانَ
أَوَّلَ مَنْ قَدَّمَ بَحْثًا عِلْمِيًّا عَنْ مَجَرَّتِنَا الْمَعْرُوفَةِ بِاسْمِ (الطَّرِيقِ
اللَبَنِيَّةِ) أَوْ (دَرْبِ النَّبَاتَةِ) Milky Way .

- جيمس كلارك ماكسويل ، الإسْكَوتْلَنْدِيُّ

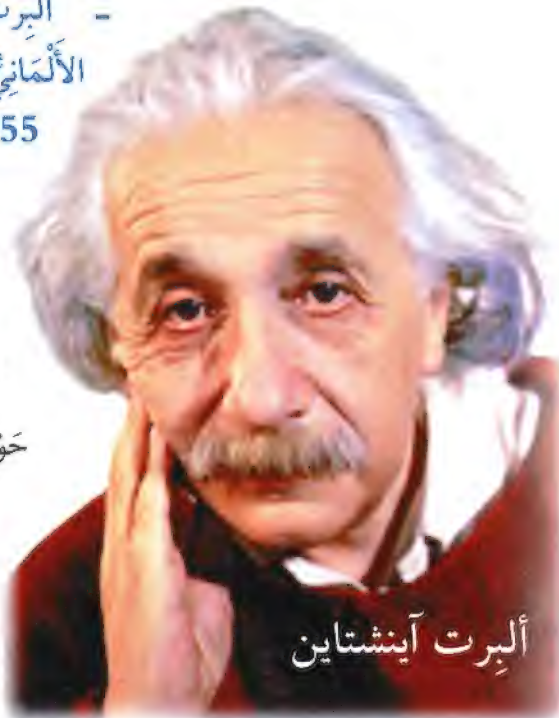
(1831-1879)م :

اكتُشِفَ الطَّاقَةُ الْحَرَكِيَّةُ لِلْغَازَاتِ فِي الشَّمْسِ وَالنُّجُومِ ،
وَبَيَّنَ أَشْكَالَ تِلْكَ الطَّاقَةِ . كَمَا اسْتَنْجَحَ بِأَنَّ الْحَقْلَ الْكَهْرَبِيَّيَّ
Electromagnetic field - أَيِ (الْكَهْرَبَائِيَّ الْمَغْنَطِيسِيَّ)
- يَتَحَرَّكُ بِسُرْعَةِ الضَّوءِ أَيِ بِمُعَدَّلِ (300) أَلْفِ كِيلُومِثْرٍ فِي
الثَّانِيَةِ . وَأَثْبَتَ أَنَّ الضَّوءَ مَا هُوَ إِلَّا إِشْعَاعٌ كَهْرَبِيَّيَّ .
وَبَيَّنَ أَنَّ حَلَقَاتِ (زُحَلِ) مُؤَلَّفَةٌ مِنْ ذَرَّاتٍ دَقِيقَةٍ ، وَلَيْسَتْ
مَجْمُوعَةً مِنْ كُتَلٍ صُلْبَةٍ كَمَا كَانَ يُعْتَقَدُ سَابِقًا .

- أَلْبِرْت آينشتاين ،
الْأَلْمَانِيُّ (1879-

1955)م :

قَدَّمَ نَظَرِيَّتَهُ
الْأُولَى حَوْلَ
(النَّسْبَةِ الْخَاصَّةِ) ،
ثُمَّ قَدَّمَ نَظَرِيَّتَهُ الثَّانِيَّةَ
حَوْلَ (النَّسْبَةِ الْعَامَّةِ) .
وَنَظَرِيَّتَهُ الْأُولَى :
تَتَعَلَّقُ بِالْأَجْسَامِ الَّتِي
تَتَحَرَّكُ بِسُرْعَةٍ ثَابِتَةٍ
بِالنَّسْبَةِ لِلْمُشَاهِدِ ،



أَلْبِرْت آينشتاين

- شارل ميسييه، الفرنسي (1730-1817) م :

صَرَفَ اِهْتِمَامَهُ لِرَصْدِ أَجْرَامِ الْكَوْنِ، كَالْمُذَنْبَاتِ وَالْمَجَرَّاتِ وَالسُّدُمِ وَالنُّجُومِ.

وَقَدْ تَمَكَّنَ مِنْ رَصْدِ (103) مَجَرَّاتِ Galaxies وَسَدِيمِ Nebulas، وَقَدْ سُمِّيَ أَكْثَرُهَا بِاسْمِهِ تَكْرِيمًا لَهُ، حَيْثُ دُعِيَتْ (مَجَرَّاتُ مِسييه)، أَوْ يُكْتَفَى بِوَضْعِ حَرْفِ (M) أَمَامَ الْمَجَرَّةِ، وَيُوضَعُ لَهَا رَفْعٌ خَاصٌّ لِتَمْيِيزِهَا عَنْ غَيْرِهَا مِنَ الْمَجَرَّاتِ الْمُسَمَّاةِ بِاسْمِهِ، وَمِنْهَا الْمَجَرَّةُ الْعُظْمَى مِنَ كَوْكَبَةِ الْمَرْأَةِ الْمُسْلَسَلَةِ الَّتِي دُعِيَتْ (M 31).

- جوزيف لوي لاگرانج، الفرنسي (1736-1813) م :

أَثَبَتْ أَنَّ لِكُلِّ كَوْكَبٍ سَبَّارٍ نَقْطَتَيْنِ تَوَازُنِ فِي الْفَضَاءِ، تَقَعُ إِحْدَاهُمَا أَمَامَ الْكَوْكَبِ بَيْنَمَا تَقَعُ الْآخَرَةُ خَلْفَهُ، وَتَكُونَانِ عَلَى مَدَارٍ وَاحِدٍ، فَنُقْطَةُ التَّوَازُنِ الْأَمَامِيَّةُ بِالنَّسْبَةِ لِلْأَرْضِ هِيَ (الْقَمَرُ)، أَمَّا نُقْطَةُ التَّوَازُنِ الْخَلْفِيَّةُ، الَّتِي تَكُونُ عَلَى مَدَارِ الْقَمَرِ، فَتَتَأَلَّفُ مِنْ غُيُومٍ بَاهِتَةٍ. وَقَدْ أَثَبَتْ ذَلِكَ الْأَمْرَ حَدِيثًا الْفَلَكِيُّ الْبُولَنْدِيُّ (كورديلوسكي) الَّذِي يَعْمَلُ فِي مَرْصَدِ (كراكوفا).



إدوين هابل

- إدوين هابل، الأميركي (1889-1953) م :

فَلَكِيَّ أَمِيرِكِيٍّ مُعَاصِرٌ تَعَاوَنَ مَعَ الْفَلَكِيِّ (ملتون هيمو مایسون) فِي رَصْدِ الْمَجَرَّاتِ وَالنُّجُومِ، وَقَدْ بَلَغَ مَا رَصَدَهُ مِنْهَا عِدَّةَ مِلَايِينَ، وَقَدْ قَامَ بِتَصْنِيفِهَا فِي مَجْمُوعَاتٍ.

- ملتون هيمو مایسون، أَمِيرِكِيٍّ (1891-1972) م :

كَانَ مُرَبِّيًا لِلْحَيَوَانَاتِ عَلَى سُفُوحِ وَقْمَةِ جَبَلِ (ويلسون)، قُرْبَ الْمَرْصَدِ الْمَقَامِ عَلَى قِمَّةِ هَذَا الْجَبَلِ الْمُسَمَّى (مَرْصَدِ ويلسون) فِي (الْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ). ثُمَّ عَرَضَ نَفْسَهُ عَلَى الْعَامِلِينَ فِيهِ لِيَقُومَ بِمُسَاعَدَتِهِمْ، وَتَمَّ ذَلِكَ، وَعُهِدَ إِلَيْهِ - بَعْدَ تَدْرِيْبِهِ - بِالتَّقَاطِطِ صُورِ الْمَجَرَّاتِ ذَاتِ الْإِشْعَاعِ الْخَافِتِ، وَالَّتِي تَحْتَاجُ إِلَى إِنْقَاءِ عَدَسَةِ الْمِرْقَبِ مَفْتُوحَةً لِمُدَّةٍ قَدْ تَصِلُ إِلَى (70) سَاعَةً، كَمَا كَانَ يَقُومُ بِتَصْوِيرِ أَطْيَافِ أَشْعَانِهَا. وَقَدْ سَاعَدَتْ صُورُ (ملتون) عَلَى مَعْرِفَةِ السَّرْعَةِ الَّتِي تَتَحَرَّكُ بِهَا الْمَجَرَّاتُ فِي الْكَوْنِ.

- هارولد شيبلي، أَمِيرِكِيٍّ (1885-1972) م :

مُديرُ مَرْصَدِ (هارفارد) فِي (الْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ). هُوَ الَّذِي حَدَدَ شَكْلَ مَجَرَّتِنَا، وَقَدَّرَ حَجْمَهَا وَأَبْعَادَهَا.

- وُلْتِر بَسِيد، أَمِيرِكِيٍّ :

وَهُوَ مِمَّنْ عَمِلَ كَمُسَاعِدٍ فِي مَرْصَدِي جَبَلِ (ويلسون) وَجَبَلِ (بالومار). جَاءَ بِالْفِكْرَةِ الْقَائِلَةِ بِأَنَّ النُّجُومَ الْمَوْجُودَةَ حَوْلَ مِحْوَرِ الْمَجَرَّةِ هِيَ نُجُومٌ هَرَمَةٌ، أَمَّا النُّجُومُ الْقَائِمَةُ فِي أَذْرُعِ الْمَجَرَّةِ فَهِيَ نُجُومٌ حَدِيثَةُ الشَّكْلِ.

- جان أورت، هولندي (1900-1992) م :

عَمِلَ فِي قِسْمِ الرِّصْدِ الرَّادِيَوِيِّ (الإِشْعَاعِيِّ) فِي مَرْصَدِ (لايدن) فِي (هولندا) أَكْثَرَ مِنْ 25 سَنَةً.

صَرَفَ اِهْتِمَامَهُ لِرَصْدِ الْإِشْعَاعَاتِ الْقَادِمَةِ إِلَيْنَا مِنَ الْكَوْنِ الْبَعِيدِ، كَمَا أَثَبَتْ مِنْ خِلَالِ رَصْدِهِ ذَلِكَ أَنَّ لِمَجَرَّتِنَا أَذْرُعًا

كَمَا اسْتَطَاعَتِ الْهُبُوطَ عَلَى سَطْحِ بَعْضِ الْكَوَاكِبِ الْأُخْرَى،
وَبَتَّ الصُّورِ، وَإِرْسَالِ الْمَعْلُومَاتِ عَنْهَا إِلَى الْأَرْضِ.

ثُمَّ جَاءَ النَّصْرُ الْكَبِيرُ لِلْعِلْمِ فِي مَجَالِ الْفَضَاءِ الْكَوْنِيِّ حِينَ
أَمَكَنَ لِلْإِنْسَانِ أَنْ يَهْبِطَ عَلَى سَطْحِ الْقَمَرِ، وَتَبَيَّنَتْ عَلَيْهِ آلَاتُ
الرَّصْدِ وَالتَّصْوِيرِ وَالدَّرَاسَةِ، وَأَنْ يَعُودَ مِنْهُ إِلَى الْأَرْضِ مُحَمَّلًا
بِصُخُورٍ وَأَتْرَبَةٍ مِنْهُ وَبِصُورٍ، وَبِدِرَاسَاتٍ وَنَتَائِجٍ دَفَعَتِ الْمَعْرِفَةَ
الْإِنْسَانِيَّةَ أَشْوَاطًا كَبِيرَةً إِلَى الْأَمَامِ فِي هَذَا الْمَجَالِ.

بِدَايَةُ الْكُونِ

فِي وَحْشَةٍ قَاتِلَةٍ، وَظِلَامٍ مُطْبِقٍ، وَسُكُونٍ رَهيبٍ، بَدَأَ
الْكُونُ فِي مَرَاكِزِهِ الْأُولَى وَلَيْسَ فِيهِ إِلَّا غَازٌ مُتَمَدِّدٌ لِدَرَجَةٍ
تَقْرُبُ مِنَ الْفَرَاغِ. وَلَكِنِّي نَأْخُذُ فِكْرَةً عَنْ مَدَى تَمَدُّدِ غَازِ ذَلِكَ
الْكُونِ، يَجِبُ أَنْ نَعْلَمَ أَنَّ حَجْمًا مِنْهُ قَدْرُهُ (18) مِلْيَارًا مِنْ
الْكِلُومِتْرَاتِ الْمُكَمَّبَةِ - أَيُّ مَا يَزِيدُ حَجْمُهُ عَلَى حَجْمِ جَمِيعِ
مُحِيطَاتِ كُرَتِنَا الْأَرْضِيَّةِ - كَانَ يَحْوِي مِنَ الْغَازِ أَقَلَّ مِمَّا
يَحْوِيهِ شَهيقُ الْإِنْسَانِ عِنْدَ تَنَفُّسِهِ مَرَّةً وَاحِدَةً.

الْبَوَادِرُ الْأُولَى لِنُشُوءِ الْكُونِ

فِي ذَلِكَ الْكُونِ الْمَهِيبِ الْمُتَمَدِّدِ، خَضَعَ الْغَازُ السَّائِدُ
فِيهِ لِعَمَلِيَّةِ انْضِعَاطٍ هَائِلٍ مَجْهُولَةِ الْأَسْبَابِ جَعَلَتْهُ يَتَقَلَّصُ



جان أورت

مُلتَمِّمَةً حَوْلَهَا عَلَى شَكْلِ أَقْوَاسٍ مِمَّا يُعْطِي مَجَرَّتَنَا شَكْلًا
حَلَزُونِيًّا. كَمَا اكْتَشَفَ أَنَّ السُّحْبَ الْغَازِيَّةَ فِي الْمَجَرَّاتِ
تَتَدَفَّعُ مِنْ مِحْوَرِ الْمَجَرَّةِ بِاتِّجَاهِ أَطْرَافِهَا.

- رودولف مينكوفسكي، رُومِي (1895-1976م)

عَاشَ فِي (الْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ)، وَعَمِلَ فِي مَرْصَدِ
(بالومار). اِهْتَمَّ بِالرَّصْدِ الرَّاذِيَوِيِّ (الْإِشْعَاعِيِّ). وَهُوَ الَّذِي
تَوَصَّلَ إِلَى مَعْرِفَةِ أَسْرَعَ الْمَجَرَّاتِ انْطِلَاقًا، وَعَنْ كُلِّ مَا يَتَعَلَّقُ
بِنُطُورِ الْمَجَرَّاتِ وَالنُّجُومِ. وَلَهُ نَظَرِيَّاتٌ حَوْلَ شَكْلِ الْكُونِ،
وَعُمْرِهِ، وَمَا يَضُمُّهُ مِنْ أَجْزَامٍ كَوْنِيَّةٍ.

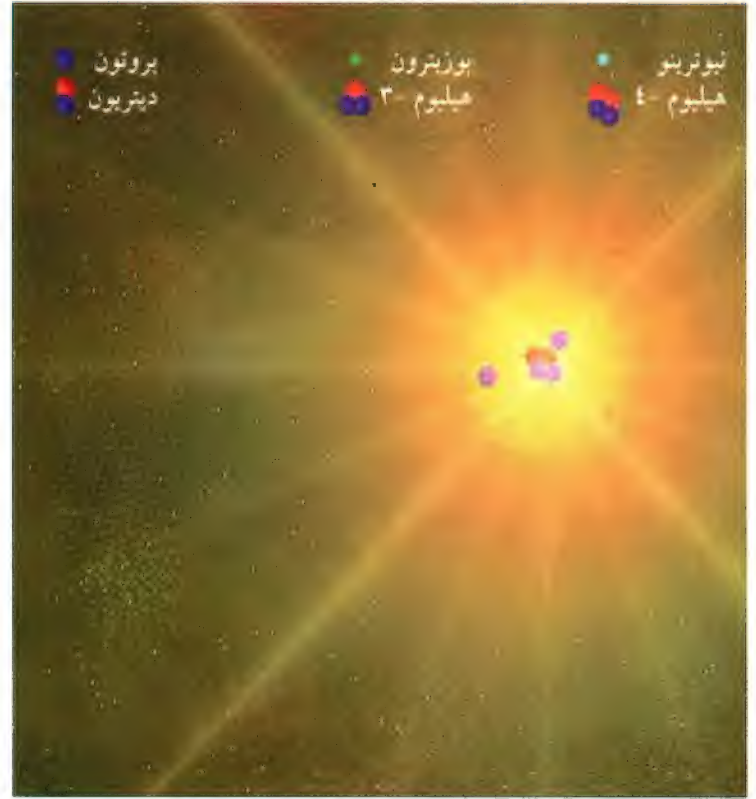
وَإِذَا كَانَ عِلْمُ الْفَلَكِ قَدْ حَقَّقَ تَقْدَمًا مَلْمُوسًا ابْتِدَاءً مِنَ
الْقَرْنِ الْخَامِسِ عَشَرَ، فَإِنَّهُ قَدْ حَقَّقَ قَفَرَاتٍ رَائِعَةً، وَأَرْسَى أُسُسًا
ثَابِتَةً لِهَذَا الْعِلْمِ مُنْذُ بِدَايَةِ الْقَرْنِ السَّابِعِ عَشَرَ وَحَتَّى مُتَنَصِّفِ
الْقَرْنِ الْعِشْرِينَ عَلَى يَدِ عُلَمَاءَ كَانَ مِنْهُمْ عَبَاقِرَةٌ مَهْدُوا الطَّرِيقِ
أَمَامَ عُلَمَاءِ النُّصَبِ الثَّانِي مِنَ الْقَرْنِ الْعِشْرِينَ لِتَطْوِيرِ الْمَرَاصِدِ
الْفَلَكِيَّةِ عَلَى اخْتِلَافِ أَنْوَاعِهَا وَاخْتِرَاعِ الصُّوَارِيخِ وَالْأَقْمَارِ
الصَّنَاعِيَّةِ وَالْمَرْكَبَاتِ الْفَضَائِيَّةِ، مُحَقِّقِينَ - عَنْ طَرِيقِ ذَلِكَ كُلِّهِ
- تَقْدَمًا مُذهلاً يَزْدَادُ فِيهِ الْكَشْفُ الْعِلْمِيُّ عَنْ مَجَاهِلِ الْكُونِ
بِسُرْعَةٍ كَبِيرَةٍ وَبِدُونِ انْقِطَاعٍ، وَذَلِكَ عَنْ طَرِيقِ إِرْسَالِ صَوَارِيخِ
وَمَرْكَبَاتِ فَضَائِيَّةٍ اسْتَطَاعَتِ الْوُصُولَ بِهَا إِنْسَانٌ إِلَى سَطْحِ الْقَمَرِ
وَالْعُودَةَ مِنْهُ بِصُخُورٍ وَأَتْرَبَةٍ وَصُورٍ وَدِرَاسَاتٍ إِلَى الْأَرْضِ؛

وَكَانَ مِنَ الْمُتَوَقَّعِ أَنْ تَتَلَاشَى النُّيُوتْرُونَاتُ مِنَ الْجَوِّ بَعْدَ عَمَلِيَةِ التَّفَكُّكِ تِلْكَ، إِذْ أَنَّهَا لَا تُعَمَّرُ عَادَةً، بَعْدَ لَفْظِهَا مِنَ النُّوَّةِ، أَكْثَرَ مِنْ ثَلَاثِ عَشْرَةِ دَقِيقَةً، لِتَتَحَوَّلَ إِلَى (بُرُوتُونِ) Proton وإلى (إِلِكْتْرُونِ) Electron. إِلَّا أَنَّ طَبِيعَةَ ذَلِكَ الْجَوِّ، بِضَغْطِهِ الْهَائِلِ وَحَرَارَتِهِ الرَّهِيْبَةِ، كَانَتْ تُؤَدِّي إِلَى تَصَادُمِ (الْبُرُوتُونَاتِ) مَعَ (الْإِلِكْتْرُونَاتِ)؛ وَمِنْ حَصِيلَةِ ذَلِكَ التَّصَادُمِ كَانَتْ تَتَوَلَّدُ (نِيُوتْرُونَاتِ) Neutrons جَدِيدَةً تُعَوِّضُ الْجَوَّ مَا فَقَدَهُ مِنْهَا وَتُعِيدُ بِشَكْلِ مُدْهَشٍ التَّوَازُنَ بَيْنَ أَجْزَاءِ الْقُوَى الْمُفَكِّكَةِ.

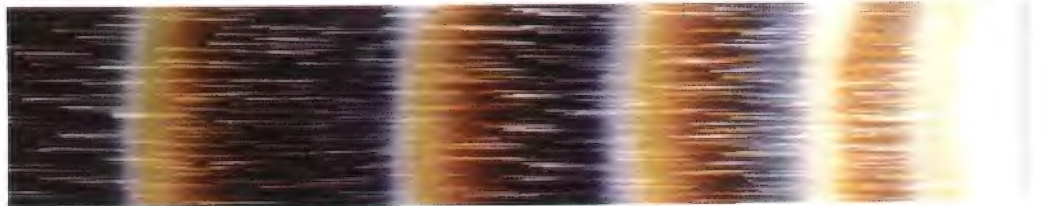
وَفَجْأَةً أَخَذَ ذَلِكَ الْكُونُ، الَّذِي وَصَلَ إِلَى أَقْصَى دَرَجَاتِ الْإِنْكَمَاشِ وَالتَّقْلُصِ، بِالتَّمَدُّدِ الَّذِي رَافَقَهُ انْخِفَاضُ فِي دَرَجَاتِ حَرَارَتِهِ، وَقَلَّةٌ فِي كَثَافَةِ الْجُسَيْمَاتِ الْمُتَدَاْفِعَةِ فِيهِ، وَبُطْءٌ فِي حَرَكَتِهَا، وَتَسَبَّبَ ذَلِكَ كُلُّهُ فِي إِضْعَافِ عَمَلِيَةِ التَّصَادُمِ بَيْنَ (الْبُرُوتُونَاتِ) وَ(الْإِلِكْتْرُونَاتِ)، ثُمَّ انْتَهَى الْأَمْرُ إِلَى تَوَقُّفِ تِلْكَ الْعَمَلِيَةِ نِهَائِيًّا. وَعِنْدَهَا أَخَذَ الْكُونُ يَخْلُو مِنْ (النُّيُوتْرُونَاتِ) الطَّلِيْقَةِ، وَبَدَأَ تَكُونُ كُتْلٌ مِنَ الْجُسَيْمَاتِ عَلَى دَرَجَاتٍ مُخْتَلِفَةٍ مِنَ التَّعْقِيدِ.

عِنْدَ هَذِهِ النُّقْطَةِ مِنْ تَطَوُّرِ الْكُونِ، ظَهَرَتِ الشَّكْلَاتُ الْأُولَى لِلنُّوَيَاتِ الذَّرِّيَّةِ، الَّتِي أَخَذَتْ تَمَلُّاً الْكُونُ شَيْئاً فَشَيْئاً لِتُعْطِيَهُ مَادَّتَهُ الْمُؤَلَّفَةَ مِنْ (55 %) مِنْ غَازِ الْهَيْدْرُوجِينِ وَ(44 %) مِنْ غَازِ الْهَلِيُومِ وَ(1 %) مِنَ الْعُنَاصِرِ الْأُخْرَى الْمُخْتَلِفَةِ. وَإِنَّهُ لَمِنْ الْمُدْهِلِ أَنْ نَعْلَمَ بِأَنَّ جَمِيعَ تِلْكَ الْأَحْدَاثِ وَالتَّغْيِيرَاتِ الَّتِي أَتَيْنَا عَلَى ذِكْرِهَا، وَالَّتِي مَرَّ بِهَا الْكُونُ، بَدَأَ مِنْ

انْكَمَاشٍ وَارْتِفَاعٍ دَرَجَةِ حَرَارَةِ غَازِهِ وَحَتَّى تَشَكُّلِ الْمَادَّةِ فِيهِ، وَمَا رَافَقَ ذَلِكَ مِنْ نِظَامٍ وَتَعْقِيدٍ عَلَى مُسْتَوَى ضَخْمٍ، لَمْ تَسْتَعْرِقْ أَكْثَرَ مِنْ سَاعَةٍ وَاحِدَةٍ مِنْ عُمْرِهِ



وَيَنْكَمِشُ عَلَى نَفْسِهِ، وَلِدَرَجَةٍ كَبِيرَةٍ، مِمَّا سَبَبَ ارْتِفَاعاً فِي حَرَارَتِهِ، بَلَغَ عِدَّةَ مِليَارَاتٍ مِنَ الدَّرَجَاتِ الْمِئْوِيَّةِ؛ أَنْتَجَ فِي الْغَازِ الْمَضْغُوطِ حَرَكَةً تُدْعَى (الْحَرَكَةُ الْحَرَارِيَّةُ)، ذَاتَ طَاقَةٍ قُدِّرَتْ بِمِلايينِ الْفُولْتَاتِ الْإِلِكْتْرُونِيَّةِ؛ أَدَّتْ إِلَى جَعْلِ ذَلِكَ الْغَازِ يَتَسَابَقُ مُنْدَفِعاً فِي حَرَكَاتٍ دَائِرِيَّةٍ، وَبِسُرْعَةٍ مُدْهِلَةٍ، وَعَلَى نَفْسِ النَّسَقِ الَّذِي يُشَاهَدُ عِنْدَ انْدِفَاعِ الْجُسَيْمَاتِ فِي الْأَجْهَزَةِ الذَّرِّيَّةِ عِنْدَ الْقِيَامِ بِعَمَلِيَةِ تَحْطِيمِ الذَّرَّةِ. وَعِنْدَهَا أَخَذَتِ النُّوَيَاتُ الْغَازِيَّةُ الَّتِي كَانَتْ سَائِدَةً فِي الْكُونِ بِالتَّحْطُمِ وَالتَّفَكُّكِ إِلَى مُرَكَّبَاتِهَا الْأَسَاسِيَّةِ: (الْبُرُوتُونَاتِ، وَالْإِلِكْتْرُونَاتِ، وَالنُّيُوتْرُونَاتِ).



الضربة الكبرى أو الانفجار الأعظم Big Bang



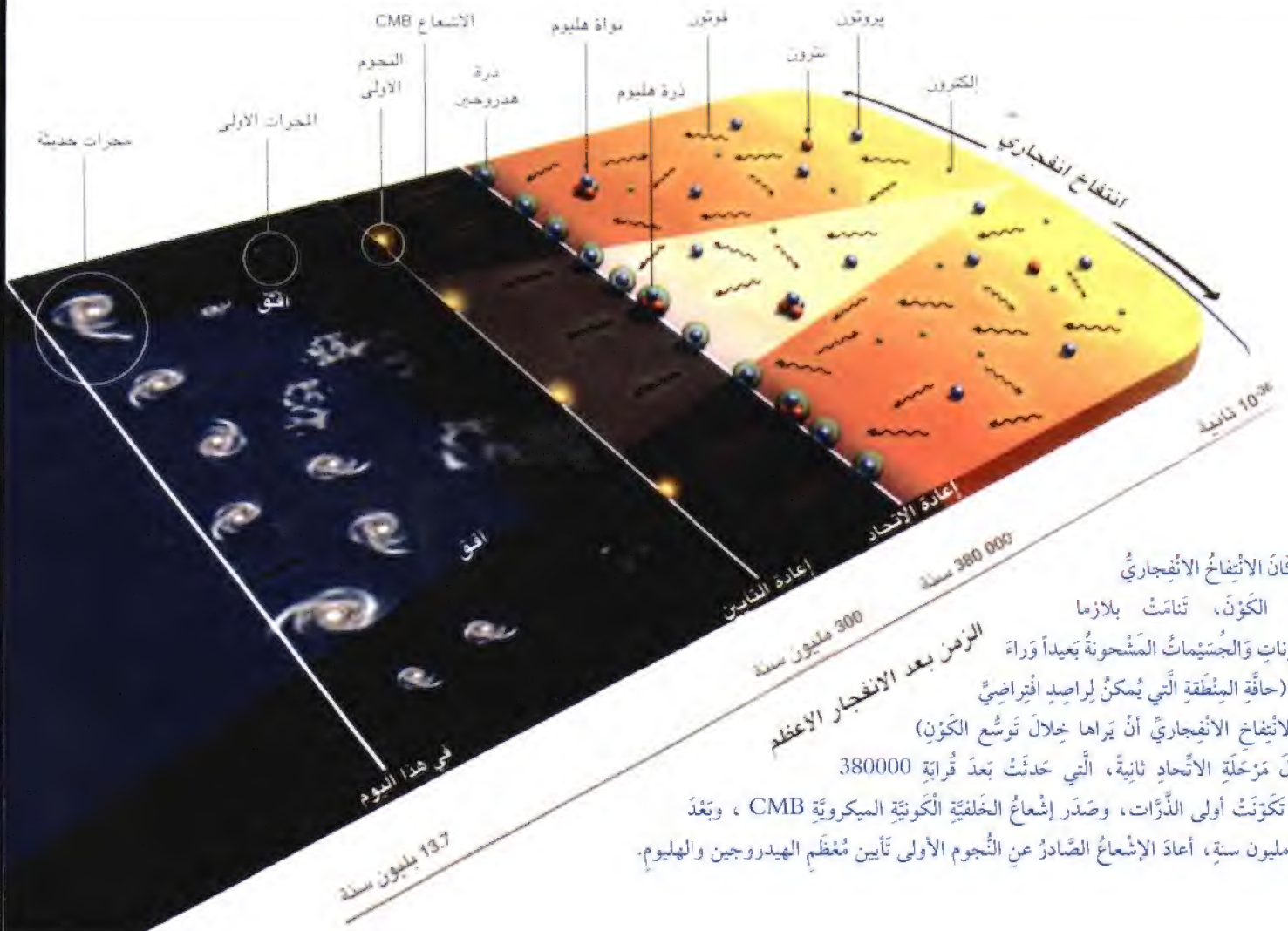
المُستَعمِعين الكونيين (بنزياس) في اليسار و (ويلسون) في اليمين. من مُختبرات (بل) وهما يَسْتَنِدَانِ إلى الهوائي الميكروي الموجة الشَّبيهة بالبوق والذي كان أول من أَصغى إلى الضَّربة الكُبرى لِشُوء الكُون.

المُقَرَّر بِـ (7. 13) بليون من السنين.

إِلَّا أَنَّ دَهْشَتَنَا لَا تَلْبُثُ أَنَّ تَخَفَّ أَوْ تَتَلَشَّى إِذَا عَلِمْنَا أَنَّ سِلْسِلَةَ التَّفَاعُلَاتِ النَّوَوِيَّةِ الَّتِي تَتَوَالَى أَثْنَاءَ انْفِجَارِ الْقُبْلَةِ الذَّرِّيَّةِ لَا تَسْتَفِرُّ أَكْثَرَ مِنْ عِدَّةِ أَجْزَاءٍ مِنْ أَلْفِ جُزْءٍ مِنَ الثَّانِيَةِ - أَيَّ عِدَّةِ مِيكْرُويَاتٍ مِنَ الثَّانِيَةِ - بَيْنَمَا تَظَلُّ الانْقِسَامَاتُ النَّوَوِيَّةِ فِي مُخْلَفَاتِ تِلْكَ الْقُبْلَةِ وَفِي الْأَجْسَامِ الَّتِي أُصِيبَتْ بِأَسْعَتِهَا مُسْتَمِرَّةً فِي مِطْقَةِ الانْفِجَارِ عِدَّةَ سِنِينَ.

أطلق العلماء على هذه النظرية التي تُفسر ولادة الكون اسم " الضربة الكبرى " Big Bang أو الانفجار الأعظم. وقد تم إثبات صحتها والتحقق منها من خلال الأجهزة الدقيقة والحساسة، على سطح الأرض وفي الفضاء.

الخط الزمني للكون



بَيْنَمَا كَانَ الانْفِجَارُ الانْفِجَارِي

يُوسِعُ الْكُونُ، تَنَامَتْ بِلَازِمَا

الْفُوتُونَاتِ وَالْجُسُيْمَاتِ الْمَسْحُونَةِ بَعِيداً وَرَاءَ

الْأَفْقِ (حَافَةِ الْمِنْطَقَةِ الَّتِي يُمَكِّنُ لِرَاصِدٍ افْتِرَاضِيٍّ

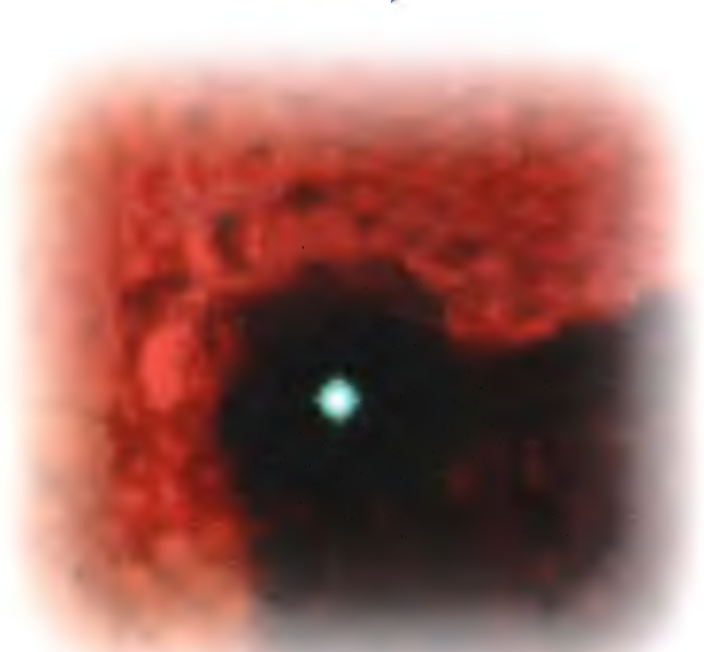
بَعْدَ الانْفِجَارِ الْانْفِجَارِيِّ أَنْ يَرَاهَا خِلَالَ تَوْسِعِ الْكُونِ)

وَحِلَالَ مَرَحَلَةِ الْإِتِّحَادِ ثَانِيَةً، الَّتِي حَدَثَتْ بَعْدَ قُرَابَةِ 380000

سَنَةٍ، تَكَوَّنَتْ أَوَّلَى الذَّرَّاتِ، وَصَدَرَ إِشْعَاعُ الْخَلْفِيَّةِ الْكُونِيَّةِ الْمِيكْرُويَّةِ CMB، وَبَعْدَ

300 مِليُونِ سَنَةٍ، أَعَادَ الْإِشْعَاعُ الصَّادِرُ عَنِ النُّجُومِ الْأَوَّلَى تَأْيِينَ مُعْظَمِ الْهَيْدْرُوجِينِ وَالْهَلِيمِ.

نُشوءُ سَحَابَةِ الْهَيْدُرُوجِينِ الْأُولَى وَتَشَكُّلُ السُّدُمِ وَالْمَجَرَّاتِ



أَثَرِهِ إِلَى عَدَدٍ مِنَ الْمَجَرَّاتِ الثَّانَوِيَّةِ الْمُلتَهَبَةِ الَّتِي أَخَذَتْ تَتَبَاعُدَ عَنْ بَعْضِهَا لِيَتَوَالَى فِيهَا الْانْفِجَارُ وَالْانْقِسَامُ وَالتَّبَاعُدُ عَنْ بَعْضِهَا وَعَنْ مَرْكَزِ الْكُونِ بِسُرْعَةٍ هَائِلَةٍ أَزَالَتْ كُلَّ أَثَرٍ لِلْجاذِبِيَّةِ الَّتِي كَانَتْ قَائِمَةً فِيمَا بَيْنَهَا، وَقَدْ شَكَّلَ كُلُّ قِسْمٍ مِنْهَا (مَجَرَّةً غَازِيَةً) قَائِمَةً بِذَاتِهَا. وَلَا تَزَالُ تِلْكَ الْمَجَرَّاتُ، مُنْذُ ذَلِكَ الْحِينِ وَحَتَّى الْيَوْمِ، تَخْضَعُ لِعَمَلِيَّةِ التَّوَسُّعِ الْكُونِيِّ، أَوْ مَا يُدْعَى بِـ (الانْتِشَارِ الْكُونِيِّ)، الَّذِي تَسَبَّبَ فِي تَنَاقُصِ حَرَارَةِ تِلْكَ الْمَجَرَّاتِ، مِنْ مِليَارَاتِ الدَّرَجَاتِ الْمِئْوِيَّةِ إِلَى مِلايينِ أَوْ مِئَاتِ أُلُوفٍ أَوْ عَشْرَاتِ أُلُوفِ الدَّرَجَاتِ الْمِئْوِيَّةِ.

وَقَدْ سَاعَدَ ذَلِكَ عَلَى تَكَاثُفِ أَبْخِرَةِ الْعَنَاصِرِ الْمُخْتَلِفَةِ الدَّاخِلَةِ فِي تَرْكِيبِ السَّحَابَاتِ الْكُونِيَّةِ، الَّتِي دَعَوْنَاهَا بِالْمَجَرَّاتِ، مُشْكَلَةً فِيهَا تَرْكِيبًا دَقِيقًا وَرَفِيقًا، يَتَأَلَّفُ مُعْظَمُهُ مِنْ غَازِي (الهيدروجين) وَ(الهيليوم)، وَأَقْلَهُ مِنْ غُبَارٍ كُونِيٍّ دَقِيقٍ، وَمِنْ أَبْخِرَةِ غَازِيَّةٍ يَدْخُلُ فِي تَرْكِيبِهَا جَمِيعُ الْعَنَاصِرِ الَّتِي تَوْصَلُ الْبَشَرَ إِلَى مَعْرِفَتِهَا حَتَّى الْيَوْمِ.

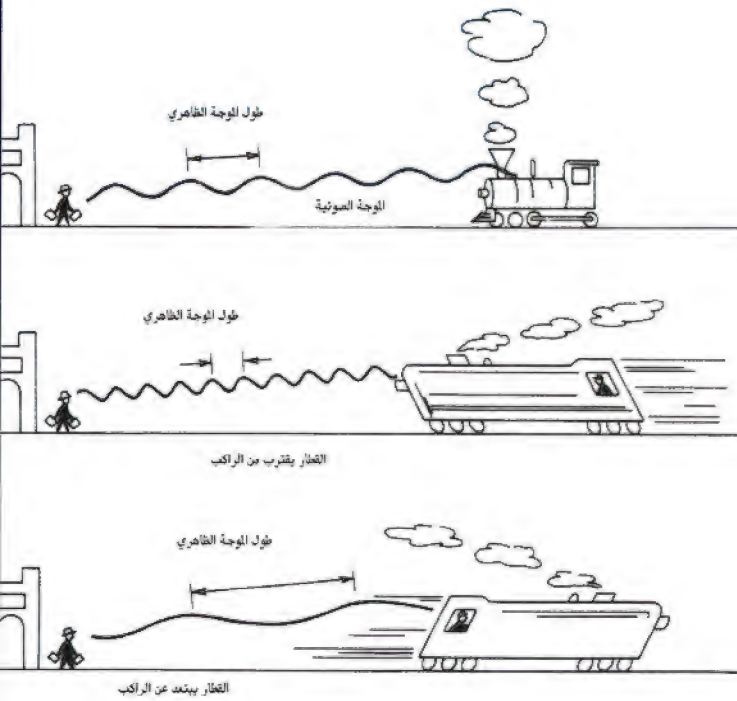
تَبَاعُدُ الْمَجَرَّاتِ

لَقَدْ أَثَبَّتَ الْعَالِمُ الْفَلَكِيُّ (إدوين هابل) عام 1929م، أَنَّ جَمِيعَ الْمَجَرَّاتِ أَخِذَتْ بِالتَّبَاعُدِ عَنْ بَعْضِهَا إِلَّا مَجْمُوعَةً الْمَجَرَّاتِ الْمُتَرَابِطَةِ فِيمَا بَيْنَهَا بِفِعْلِ الْجاذِبِيَّةِ، فَإِنَّ كُلَّ زُمْرَةٍ مِنْهَا تَتَبَعُدُ بِمَجْمُوعَةٍ عَنْ بَقِيَّةِ الْمَجَرَّاتِ؛ وَأَنَّ ذَلِكَ التَّبَاعُدَ يَتِمُّ بِسُرْعَةٍ (105) كِيلُومِترَاتٍ فِي الثَّانِيَةِ - أَيْ مَا يُعَادِلُ (398.000) كِمْ فِي السَّاعَةِ - بَيْنَمَا قَدَّرَ بَعْضُ الْعُلَمَاءِ السُّرْعَةَ الَّتِي تَتَبَاعُدُ بِهَا مَجَرَّتُنَا عَنْ غَيْرِهَا بِمِقْدَارِ (980) كِمْ فِي الثَّانِيَةِ، أَيْ مَا يُعَادِلُ (3.528.000) كِمْ فِي السَّاعَةِ؛ وَأَنَّ هُنَاكَ مَجَرَّاتٍ قُدِّرَتْ سُرْعَةُ انْتِغَادِهَا عَنْ غَيْرِهَا بِمِقْدَارِ (46.800) كِمْ فِي الثَّانِيَةِ، أَيْ مَا يُعَادِلُ (186.480.000) كِمْ فِي السَّاعَةِ.

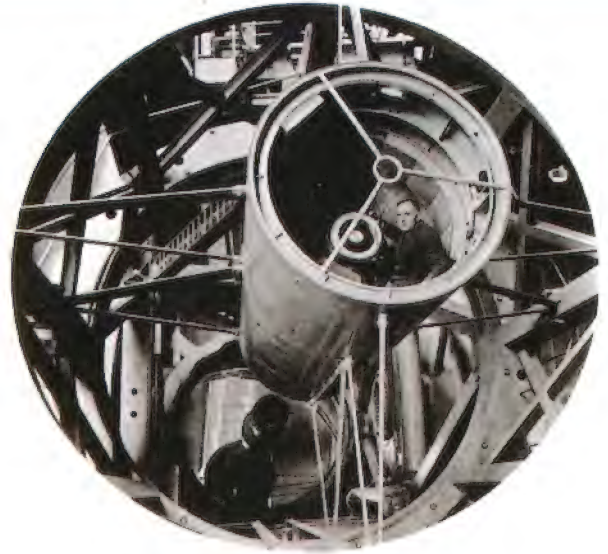
بَعْدَ أَنْ تَمَّ تَكْوِينُ النَّوَى فِي الْكُونِ، أَخَذَتْ تَنْشَأُ عَنْ نَوَى (الهيدروجين) وَ(الهيليوم) سُدُمٌ عَلَى شَكْلِ سَحَابَاتٍ هَائِلَةٍ مِنَ الْغَازِ، كَانَتْ أَكْبَرَ كَثَافَةً مِنْ كَثَافَةِ الْكُونِ الْمُحِيطِ بِهَا. وَلَكِنَّهَا تَخْتَلِفُ بِكثَافَتِهَا وَمَظْهَرِهَا عَنْ سُحُبِ الْغَازِيَّةِ الْيَوْمِ. إِذْ كَانَتْ كَثَافَتُهَا لَا تَرِيدُ عَلَى كَثَافَةِ هَوَاءِ الرَّفِيرِ الَّذِي تُطْلِقُهُ رِثَانَا.

فِي تِلْكَ الْمَرْحَلَةِ، دَخَلَ الْكُونُ مَرْحَلَةَ انْقِبَاضٍ، انْكَمَشَتْ مِنْ جَرَّائِهِ تِلْكَ السَّحَابَاتُ السَّديمِيَّةُ الْكُونِيَّةُ، وَأَخَذَ تَكَاثُفُهَا يَزْدَادُ بِاضْطِرَادٍ حَتَّى أَصْبَحَتْ مَرْكَزَ جَذْبٍ لِذَرَّاتِ الْكُونِ الْمُحِيطَةِ بِهَا، وَأَدَّى ذَلِكَ إِلَى زِيَادَةِ الضَّغْطِ فِيهَا وَارْتِفَاعِ حَرَارَتِهَا ثُمَّ إِلَى اشْتِعَالِهَا وَتَوَهُّجِهَا، مُتَحَوِّلَةً مِنْ سُدُمٍ غَازِيَّةٍ إِلَى مَجَرَّاتٍ كُونِيَّةٍ.

وَعِنْدَمَا تَأَجَّجَتْ وَبَلَغَتْ الْحَرَارَةُ فِيهَا مِليَارَاتٍ مِنَ الدَّرَجَاتِ الْمِئْوِيَّةِ، حَدَثَ انْفِجَارٌ نَوَوِيٌّ فِيهَا، انْقَسَمَتْ عَلَى



مفعول دوبلر الذي يُسبب تغيُّراً في الأطوال الموجية الصادرة عن منبع متحرك في حالة الاقتراب والابتعاد عن الرّصد.



إدوين هابل داخل مرصده على قمّة جبل بالومار.

وَكَانَ (هابل) قَدْ تَأَكَّدَ مِنْ أَمْرِ ذَلِكَ التَّبَاعُدِ وَتَوَصَّلَ إِلَى تِلْكَ النَّتِيجَةِ بَعْدَ أَنْ طَبَّقَ مَفْعُول (دوبلر) Doppler effect، وَهُوَ الْقَانُونُ الَّذِي سُمِّيَ بِاسْمِ صَاحِبِهِ الْعَالِمِ (كريستيان دوبلر) وَالَّذِي أَثْبَتَ - مِنْ خِلَالِ دِرَاسَاتِهِ الَّتِي قَامَ بِهَا حَوْلَ تَحْلِيلِ طَيْفِ الْأَجْسَامِ الْغَازِيَةِ الْمُلتَهَبَةِ، كَالنُّجُومِ وَالسُّدُمِ -، أَنَّهُ إِذَا مَا ابْتَعَدَ جِسْمٌ مُضِيءٌ عَنَّا، فَإِنَّ مَوْجَاتِ طُولِهِ تَزْدَادُ طُولاً، وَيَبْدُو ضَوْؤُهُ عِنْدَ تَحْلِيلِهِ بِالْمِطْيَافِ مُتَرَاخِياً بِاتِّجَاهِ اللَّوْنِ الْأَحْمَرِ (الانزياح نحو الأحمر) Redshift. أَمَّا إِذَا كَانَ ذَلِكَ الْجِسْمُ الْمُضِيءُ آخِذاً بِالِاقْتِرَابِ مِنَّا، فَإِنَّ مَوْجَاتِ الضَّوئية تَأْخُذُ بِالْقَصْرِ، وَيَتَرَاخَى طَيْفُ ضَوْئِهِ بِاتِّجَاهِ اللَّوْنِ /الْبَنَفْسَاجِيِّ/ (الانزياح نحو البنفسجي) Ultravioletshift.

وَيُمْكِنُ تَشْبِيهُ ذَلِكَ بِمَوْجَاتِ الصَّوْتِ الَّتِي تَكُونُ قَصِيرَةً إِذَا كَانَ مَصْدَرُ الصَّوْتِ قَرِيباً وَقَوِيّاً. وَكُلَّمَا بَعُدَ الصَّوْتُ وَخَفَّتْ شِدَّتُهُ، أَصْبَحَتْ مَوْجَاتُهُ طَوِيلَةً.

وَقَدْ آيَّدَ الْفَلَكِيُّ الْبُلْجِيكِيُّ (جورج لُميتر) هَذَا الرَّأْيَ، وَقَالَ كَمَا قَالَ (هابل) قَبْلَهُ بِأَنَّ الْكُونِ مُقْبِلٌ عَلَى حُدُوثِ فَرَاغٍ كَبِيرٍ فِي جَوْفِهِ خَاصَّةً، وَفِيمَا بَيْنَ مَجَرَّاتِهِ بِصُورَةٍ عَامَّةٍ، يُشَبِّهُ الْفَرَاغَ الْمُتَزَايِدَ الَّذِي يُحْدِثُهُ نَفْخُ الْهَوَاءِ فِي كُرَةِ مَطَّاظِيَّةٍ.

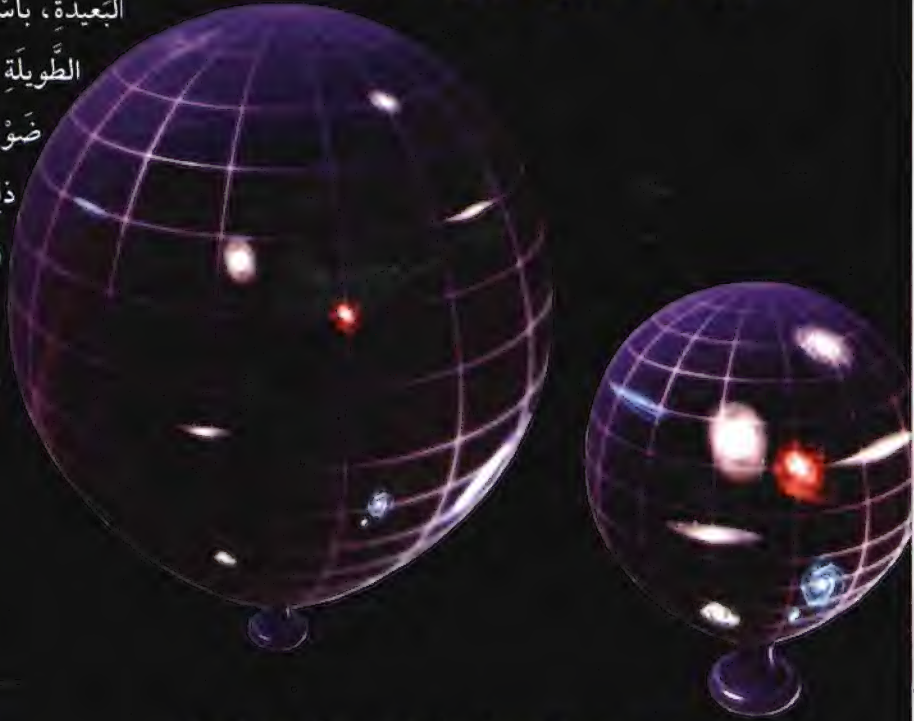
وُضِعَتْ عَلَى سَطْحِهَا شَارَاتٌ، إِذْ مَعَ ازْدِيَادِ حَجْمِهَا يَزْدَادُ الْفَرَاغُ فِي جَوْفِهَا، كَمَا تَزْدَادُ الْمَسَافَاتُ - أَيْ الْفَرَاغُ - بَيْنَ الشَّارَاتِ الْقَائِمَةِ عَلَى سَطْحِهَا، وَسَيُؤَدِّي ذَلِكَ إِلَى خُلُوعِ الْكُونِ شَيْئاً فَشِئْئاً مِنْ مَجَرَّاتِهِ.

إِلَّا أَنَّ الْعَالِمَيْنِ الْإِنْكِلِيزِيِّينَ: (هـ. بوندي) وَ(ث. غولد) اللَّذَيْنِ وَافَقَا (هابل) وَ(لُميتر) عَلَى نَظَرِيَةِ الْإِتْسَاعِ الْكُونِيِّ وَتَبَاعُدِ الْمَجَرَّاتِ، لَمْ يُوَافِقَا عَلَى فِكْرَةِ الْفَرَاغِ الْكُونِيِّ، وَقَالَا بِأَنَّ الْمَادَّةَ الرَّقِيقَةَ الَّتِي تُخَلِّفُهَا الْمَجَرَّاتُ وَرَاءَهَا فِي الْكُونِ بَعْدَ تَبَاعُدِهَا، تَظَلُّ فِيهَا الْقُدْرَةُ عَلَى تَعْوِضِ الْكُونِ مَا فَقَدَهُ مِنْ تِلْكَ الْمَادَّةِ بِسَبَبِ ذَلِكَ التَّبَاعُدِ وَبِشَكْلِ كَافٍ لِتَشَكُّلِ مَجَرَّاتٍ جَدِيدَةٍ.

وَقَدْ وَجَدَ هَذَانِ الْعَالِمَانِ أَنَّهُ يَكْفِي أَنْ تَتَشَكَّلَ كُلُّ (250) سَنَةٍ دَرَّةٌ هِيدْرُوجِينٍ وَاحِدَةٍ فِي فَرَاغٍ قُدْرُهُ (5) لِيَثْرَاتٍ مُكَعَّبَةٍ لِتَنْشَأَ مَجَرَّاتٌ جَدِيدَةٌ فِي ذَلِكَ الْفَرَاغِ.

الانْتِشَارُ الْكُونِيّ وَتَوْسُّعُ الْكُونِ

الْقِيَاسَاتُ الْمُخْتَبِرِيَّةُ،^١ موجودَةٌ فِي الضَّوِّ الْوَارِدِ مِنَ الْمَجَرَّاتِ الْبَعِيدَةِ، بِاسْتِثْنَاءِ أَنَّ الْمَوْجَاتِ هُنَا كَانَتْ مُنْزَاحَةً نَحْوَ الْمَوْجَاتِ الطَّوِيلَةِ (الْحُمْرَاءِ) وَيُعَبَّرُ الْفَلَكَائِيُّونَ عَنْ ذَلِكَ بِقَوْلِهِمْ: إِنَّ ضَوْءَ الْمَجَرَّاتِ كَانَ مُنْزَاحًا نَحْوَ الْأَحْمَرِ. وَتَفْسِيرُ ذَلِكَ: أَنَّهُ لَمَّا كَانَ الْفَضَاءُ يَتَوْسَّعُ، فَالْمَوْجَاتِ الضَّوِّيَّةُ تَتَمَدَّدُ. وَإِذَا تَضَاعَفَ حَجْمُ الْكُونِ أَثْنَاءَ رَحْلَةِ الْمَوْجَاتِ، فَسَتَضَاعَفَ مَعَهُ أَيْضًا أَطْوَالُ هَذِهِ الْمَوْجَاتِ وَتَنْخَفِضُ طَاقَتُهَا إِلَى النِّصْفِ.



إِنَّ أَفْضَلَ نَشِيهِ لَهُمْ تَوْسُّعُ الْكُونِ هُوَ انْتِفَاحُ بِالْوَنِ، حَيْثُ تَبْقَى الْمَجَرَّاتُ عَلَى سَطْحِهِ رَاقِدَةً فَعَلًا وَمُحَافِظَةً عَلَى أَحْجَامِهَا. وَإِنْ كَانَتْ الْمَسَافَةُ بَيْنَ آيِّ اثْنَيْنِ مِنْهَا تَزْدَادُ مَعَ تَوْسُّعِ الْكُونِ.

يَبْدُو أَنَّ الْإِنْتِشَارَ الْكُونِيَّ Cosmic expansion

سَيَظَلُّ مُسْتَمِرًّا، وَأَنَّ التَّبَاعُدَ بَيْنَ الْمَجَرَّاتِ سَيَبْتَزِيْدُ إِلَى آفَاقٍ غَيْرِ مَحْدُودَةٍ، حَسْبَمَا انْتَهَتْ إِلَيْهِ الدَّرَاسَاتُ الْفَلَكِيَّةُ.

لَقَدْ عَبَّرَ الْفَلَكَائِيُّونَ عَنْ هَذَا التَّوَسُّعِ بِالْقَوْلِ إِنَّ الْمَجَرَّاتِ الْبَعِيدَةَ تَبْتَعِدُ عَنَّا، لَكِنَّ الْمَجَرَّاتِ لَا تَسِيرُ فِي الْفَضَاءِ مُبْتَعِدَةً عَنَّا، وَهِيَ لَيْسَتْ شَطَايَا قُتْبَلَةٌ مِنْ قَنَابِلِ الْإِنْفِجَارِ الْأَعْظَمِ. بَلْ كُلُّ مَا فِي الْأَمْرِ أَنَّ الْفَضَاءَ بَيْنَ الْمَجَرَّاتِ وَبَيْنَنَا يَتَوْسَّعُ. أَمَّا كُلُّ مَجَرَّةٍ وَخَدَهَا فَهِيَ تَنْجُولُ كَيْفَمَا اتَّفَقَ دَاخِلَ حُشُودٍ، وَلَكِنَّ حُشُودَ الْمَجَرَّاتِ تَبْقَى جَوْهَرِيًّا سَاكِئَةً.

إِنَّ أَوَّلَ مِلَاحَظَةٍ أُسَاسِيَّةٍ أَعْلَنْتْ عَنْ تَوْسُّعِ الْكُونِ ظَهَرَتْ بَيْنَ عَامِي (1910 - 1930) م. وَقَدْ تَبَيَّنَ أَنَّ ظَاهِرَةَ كَوْنِ الذَّرَاتِ تَبَتْ وَتَمْتَصُّ مَوْجَاتِ ضَوْوِيَّةٍ نَوْعِيَّةٍ، وَذَلِكَ كَمَا دَلَّتْ

بِسِتْخَدَمِ مِثْلَ هَذَا الْمُسْتَعْمَرِ الْأَعْظَمِ Supernova الْمُسَارِّ إِلَيْهِ بِسُحُبِهِمُ الْوَاقِعِ فِي حَشْدِ الْمَجَرَّاتِ الْعَذْرَاءِ، كَمْوُشَرٍ عَلَى سَبِيلِ تَوْسُّعِ الْكُونِ. وَيُؤَدِّي رَصْدُ حِصَانِصِ هَذَا الْمَوْشَرِ إِلَى التَّأَكُّيدِ عَلَى بَطْلَانِ نَظَرِيَّاتِ كَوْنِيَّةٍ بَدِيلَةٍ لَا يَتَوْسَّعُ الْكُونُ فِيهَا.

شَكْلُ الْكُونِ

بِالنَّسْبَةِ لِشَكْلِ الْكُونِ، هُنَاكَ رَأْيَانِ مُتَضَارِبَانِ:

- الْأَوَّلُ: قَدَمَةُ الْعَالَمِ الْفَلَكِيِّ (هَابِل)، وَجَاءَ فِيهِ: أَنَّهُ عَلَى

شَكْلِ قُبَّةٍ تَنْحَنِي أَطْرَافُهَا انْحِنَاءً إِيْجَابِيًّا، أَيْ نَحْوَ الدَّخْلِ. وَقَدْ

بَنَى رَأْيَهُ هَذَا عَلَى مَا انْتَهَى إِلَيْهِ مِنْ حِسَابَاتِ رِيَاضِيَّةٍ وَفَلَكِيَّةٍ.

- وَالثَّانِي: جَاءَ بِهِ الْعَالَمُ الْفَلَكِيُّ (بَهِر) وَأَيَّدَهُ الْعَالِمَانِ



إنَّ ما يُطلق عليه اسم "الفضاء الخاوي" هو في الواقع مملوء بجسيمات أولية توجد و تتلاشى بسرعات عالية لدرجة تجعل اكتشافها مُتَعَذِّراً. وجود هذه الجسيمات هو نتيجة للارتباط بين قاعدة أساسية في الميكانيك الكمومي ونظرية النسبية الخاصة : لا يوجد شيء مضبوط تماماً، ولا حتى اللاشيء. والطاقة الكلية التي تمثلها هذه الجسيمات "الافتراضية"، مثل الأنواع الأخرى من الطاقة، يُمكن أن يُلْجَأُ منها قُوَّةٌ تناقلية. وهذه القُوَّة قد تكون جاذبة أو طاردة، ويُعتمد ذلك على مبادئ فيزيائية لم تُفهم بعد.

وتمكَّن علماء الكون من تحديد العديد من خواص الكون، وهي :

1 - التجانسية Homogeneity :

وهذا يعني أنَّ المادة تنتشر فيه بتجانس دون أن يوجد ضِمْنَهُ فضاءات واسعة أو تجمُّعات ماديَّة ضخمة في مواضع دون أخرى.

(استابنس) و(ويتفورد) ويقول بأنَّ الكون مُفتوح على شكل سرج الحصان، الذي مهمما امتدَّت أطرافه لا تلتقي. ويؤيِّد أكثرُ علماء الفلك اليوم هذا الرأي.

إلا أنَّ قسماً من العلماء يقولون بأنَّه لا يجوز الآن التأكيد بشكل قاطع على آية من الفكرتين ما دامت أضخم مرصِد العالم الفلكيَّة، ومنها مرصِد (بالومار) في (الولايات المتحدة)، لا تزال قاصِرة لدرجة كبيرة عن بلوغ نهاية هذا الكون.

كون مميَّز: لا بد أن يكون التمدد الهائل السرعة للكون، الذي حدث

مباشرة بعد الانفجار الأعظم، قد

ولدت موجات تناقلية. ويمكن لهذه

الموجات أن نمط و تعصر

البلازما الكونية البدائية مولدة

حركات في السطح الكروي

الذي يث إشعاعات الخلفية

الكونية الميكروية CMB.

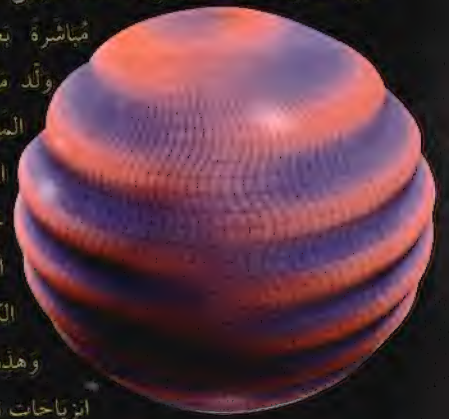
وهذه الحركات تحدث بدورها

انزياحات نحو الأحمر و انزياحات نحو

الأزرق في درجة حرارة الإشعاع، وتستقطب الإشعاعات CMB. ويظهر

الشكل هنا تأثيرات الموجات التناقلية الذاهبة من قطب إلى آخر بطول موجي

يساوي ربع قطر الكرة.

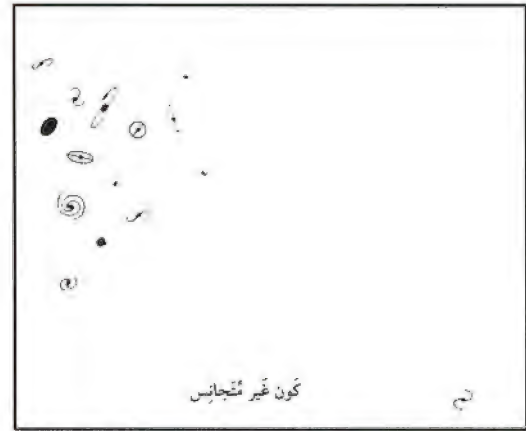
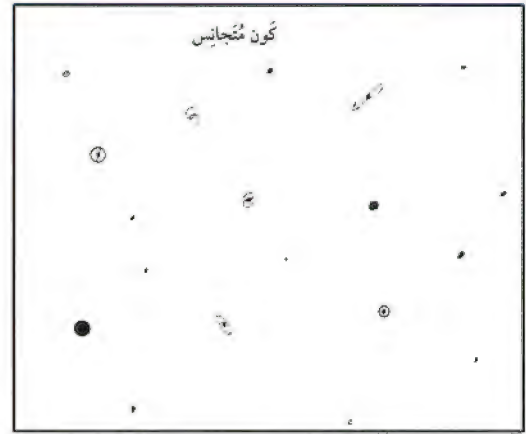


خصائص الكون

يَهْتَمُ علم الكون بدراسة طبيعة الكون ككل، مُطلقاً من وَضْع النماذج الافتراضية للكون والتحقُّقِ مِنْهَا بِمُقَارَنَتِهَا بِالمشاهدات التي وَسَّعتْ أبعادها أجهزة الرصد الحديثة. وقد ساعد على حل الكثير من تفصيلاتها التَّقدُّمُ العِلْمِيُّ المُعاصِر، وبخاصَّة ما صدرَ عن عِلْمِي الفيزياء والرياضيات.



إنَّ المُفارقةَ الكبرى في عِلْمِ الكَوْنِ هيَّ شِبهُ التَّجانُسِ فيه . إنَّ هَذَا الانْتِظامَ مُستحيلٌ في كَوْنٍ تَوَسَّعَ نَتِيجَةَ الانفِجارِ الأعْظَمِ العَادِيّ (الجزء الأعلى من الرسم) . قَبْلَ بِلَايِنِ السَّنِينَ ، بَدَأَتْ مَجَرَّتَانِ -تَقَعَانِ فِي طَرَفَيْنِ مُتَقَابِلَيْنِ مِنَ السَّمَاءِ- إِشْعَاعَهُمَا . وَعلى الرَّغْمِ مِنْ أَنَّ الكَوْنَ كَانَ فِي حَالَةٍ تَوَسُّعٍ ، فَقَدْ تَمَكَّنَ الضَّوُّ مِنْ تَجَاوُزِ المَجَرَّاتِ الأُخْرَى وَمِنْ الوُصُولِ إلَيْنَا فِي مَجَرَّةِ دَرْبِ النِّبَّانَةِ . إنَّ الإنسانَ الَّذِي يَرِىُّ صُدىَّ المَجَرَّاتِ بِوَساطَةِ المِيقْرَابِ ، لَاحِظٌ أَنَّ هَاتَيْنِ المَجَرَّتَيْنِ يَبْدَوَانِ مُتَمَاثِلَيْنِ ، مَعَ أَنَّ الضَّوِّءَ المُنْطَلِقَ مِنْ أَيِّ مِنْهُمَا لَمْ يَتَّصِلْ بَعْدُ إلى الأُخْرَى .



مُقَارَنَةٌ لِلتَّجانُسِيَّةِ فِي الكَوْنِ

2 - تَوَحُّدُ الخَوَاصِّ Isotrope :

فَالْمَجَرَّاتُ مُوزَّعَةٌ فِي أَرْجَائِهِ وَتُتَحَرَّكُ بِسُرْعَاتٍ مُخْتَلِفَةٍ . إِلَّا أَنَّهَا مُوزَّعَةٌ وَتُتَحَرَّكُ بِأَسْلُوبٍ مُتجانِسٍ لَطِيفٍ . عِلْمًا أَنَّ كَافَّةَ السُّرْعَاتِ لِأَجْرامِ الكَوْنِ هيَّ سُرْعَاتٌ تَمُدُّدِيَّةٌ .

3 - الاستِقلاليَّةُ Incoherence :

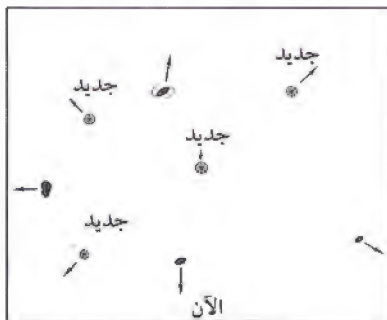
أَيُّ إِنَّ أَجْزاءَ الكَوْنِ المِخْتَلِفَةِ مُسْتَقَلَّةٌ فِي حَوادِثِهَا عَنْ حَوادِثِ الأَجْزاءِ الأُخْرَى ، مَا عدا الضَّوِّءَ والجاذبيَّةَ فَهِيَ لَيْسَتْ مُرْتَبِطَةٌ مَعَ بَعْضِهَا بِالضَّغْطِ مِثْلَ الأَجْسامِ الصُّلْبَةِ أَوْ الغازِيَّةِ ، وَأَيُّ تَأْثِيرٍ لَهَا هُوَ تَأْثِيرٌ مُحَلِّيٌّ . والاضْطرابُ هُوَ إِحْساسٌ مُحَلِّيٌّ أَيْضًا .



الاستقلالية والترابطية في الكون

4 - التَّمَاثُلِيَّة Uniformity :

لَقَدْ افْتَرَضَ الْعُلَمَاءُ أَنَّ الْكُونُ مُتَمَاثِلٌ وَمُتَجَانِسٌ فِي خَوَاصِّهِ، وَعَلَى دَرَجَةٍ وَاسِعَةٍ جِدًّا مِنَ الْمَسَافَاتِ . وَالْمَجَرَّاتُ مُخْتَلِفَةٌ بِطَرِيقَةٍ غَيْرِ أَسَاسِيَّةٍ عَنْ تِلْكَ الَّتِي نَقِيسُهَا فِي جَوَارِنَا، أَيْ أَنَّ اخْتِلَافَاتِهَا سَطَحِيَّةٌ وَخَوَاصُّهَا مُمَازِلَةٌ لِتِلْكَ الْمَوْجُودَةِ بِجَوَارِ مَجَرَّتِنَا .



السرعات التناظرية في الكون



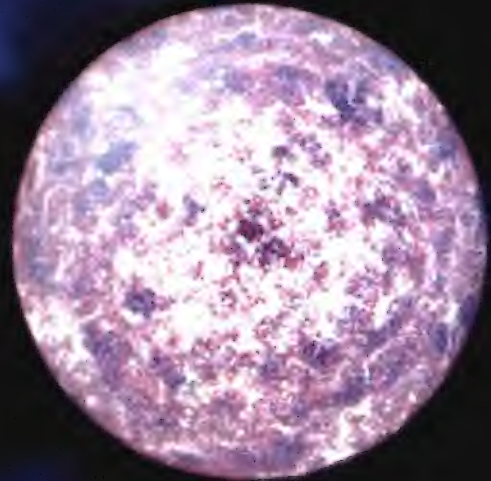
فَكَيْفَ اسْتَطَاعَتِ الْمَجَرَّتَانِ جَعْلَ مَظْهَرِيهِمَا مُتَمَاثِلَيْنِ مِنْ دُونِ أَنْ تَكُونَ إِحْدَاهُمَا قَدْ رَأَتْ الْأُخْرَى؟ يُقَدِّمُ التَّضَخُّمُ الْإِجَابَةَ عَنْ ذَلِكَ (الجزء الأسفل من الرسم)، فَفِي أَوَّلِ جُزْءٍ مِنْ ثَانِيَةِ انْقَضَتْ مِنَ التَّارِيخِ الْكَوْنِيَّ، كَانَتْ أَسْلَافُ الْمَجَرَّاتِ مُتَلَاسِمَةً، ثُمَّ تَمَدَّدَ الْكُونُ بِمُعَدَّلٍ مُتَسَارِعٍ مُبَاعِدًا فِيمَا بَيْنَهُمَا بِسُرْعَةٍ تَفُوقُ سُرْعَةَ الضَّوءِ، وَمُنْذَئِذٍ، أَصْبَحَتْ كُلُّ مَجَرَّةٍ غَيْرَ قَادِرَةٍ عَلَى رُؤْيَةِ الْمَجَرَّاتِ الْأُخْرَى. وَعِنْدَمَا انْتَهَى التَّضَخُّمُ، بَدَأَ الضَّوءُ بِتَجَاوُزِهَا ثَانِيَةً، وَبَعْدَ بِلَايِنِ السَّيْنِ سَوْفَ تَعُودُ الْمَجَرَّاتُ إِلَى التَّوَاصُلِ ثَانِيَةً.

البُنى ذات المَقاييس

كور مقاييسه
 10^{16} سنة ضوئية



عندما يخرج الناظر من مجرة درب التبانة إلى الكون المرصود بكامله يتناقص التكتل ويزداد التجانس وفي النهاية يحل التجانس محل التكتل ويصبح قطر كل كرة يجتازها الناظر أكبر 10 مرات - ومن ثم يكون حجمها أكبر 1000 مرة - من حجم سابقها. والمجرة تجمع من النجوم والغاز والغبار ومن مادة خفيفة لما تُصنّف بعد. وتتجمع المجرة مع مجرات أخرى لتكون حشوداً مجرية، وهي أكبر الأجسام في الكون،



اسوار وفجوات مقاييسها
 10^9 سنة ضوئية



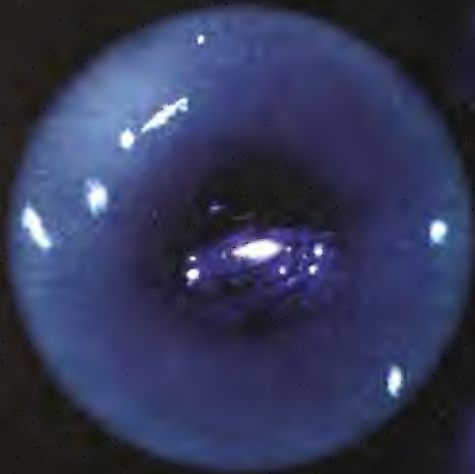
حشد مجري فائق مقاييسه
 10^8 سنة ضوئية

الكبيرة في الكون

مجرة مقياسها
10⁵ سنة ضوئية

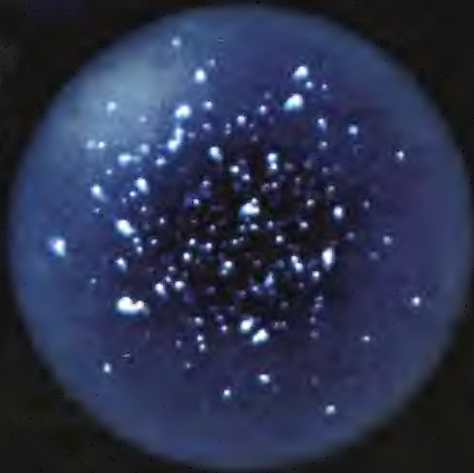


زمرة من المجرات مقياسها
10⁶ سنة ضوئية



وتعمل قوى الثقالة على بقائها معاً، وهذه الحشود تتجمع بدورها معاً لتكون حشوداً فائقة وأسواراً تفصل بينها فجوات من فضاء مجري خاد تقريباً. وحتى مقياس معين، يُظن أنه قرابة 100 مليون سنة ضوئية، تشكل هذه البنى المتزايدة في الكبر نمطاً فركتالياً - أي أنها تتكثل بدرجة واحدة في أي مقياس، لكن بين هذا المقياس وحجم الكون القابل للرصد تتناقص درجة التكثف ويزداد التجانس.

مجرة مقياسها
10⁷ سنة ضوئية





يحير الكون المتكامل النظريين الذين يرون
أن المادة كانت موزعة توزيعاً «أملساً»
للغاية في بداية تشكل الكون. تُغطي
خريطة المتني مليون مجرة (النقاط البيضاء)
هذه عشرة في المئة من السماء وتمتد إلى
عمق بليون سنة ضوئية

5- الشُمُولِيَّة Universality :

أيّ أن قوانين الفيزياء المكتشفة على الأرض تطبّق في
كلّ أرجاء الكون، أو في أيّ جزء منه.

عُمْرُ الكُون

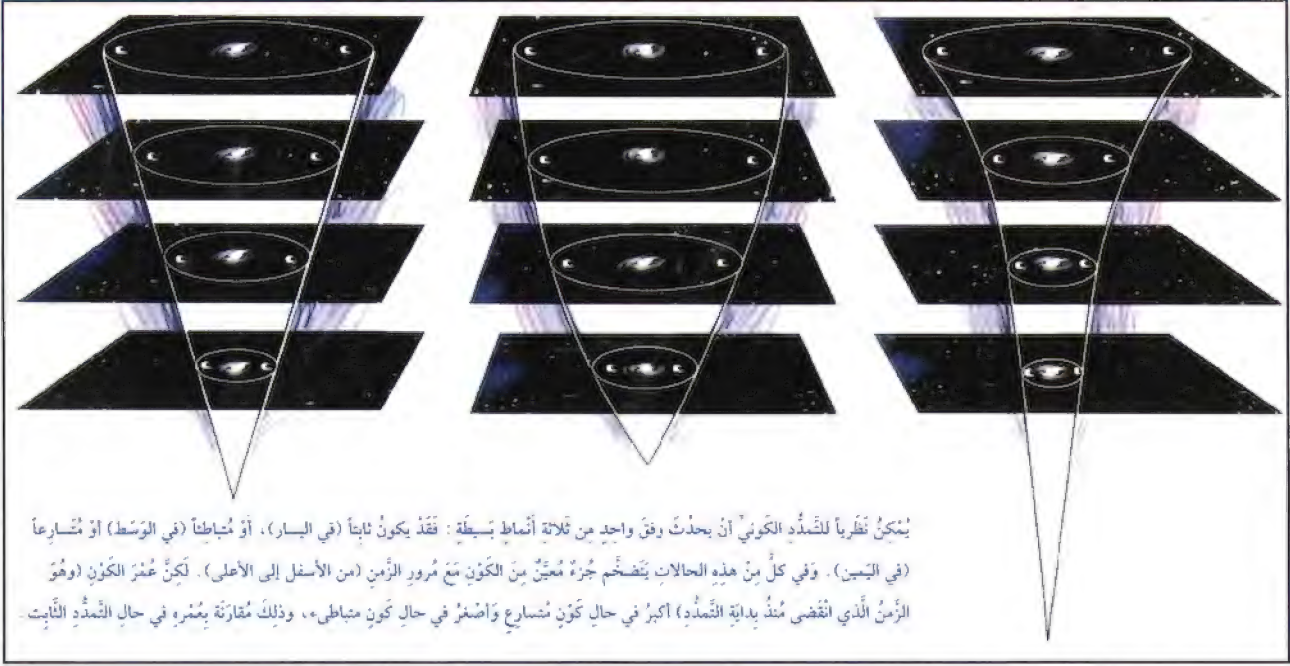
وضَعَ إدوين هابل علاقةً يُعبّرُ فيها عن نسبة سرعة تراجع
المَجْرَةِ عن مَجْرَتِنَا إلى بُعْدِهَا عن مَجْرَتِنَا وأُطلقَ على هذه
النسبة اسمُ (ثابت هابل) الذي يُحدّدُ مدى السُرْعَةِ التي يتمدّدُ
بها الكونُ حولَ أيّ راصِدٍ في الكونِ وليس حولنا وحْدَنَا.

إنَّ قيمة (ثابت هابل) Hubble constant تدلُّ على
عُمْرِ الكونِ وتَطَوُّرِهِ ومَصِيرِهِ. فالقيمةُ المنخفضةُ (ثابت هابل)
تُعني كوناً هَرِمًا، في حين تدلُّ القيمُ العاليةُ عن كونٍ فتيٍّ.

وقيمة (100 كم / ثا / ميغابارسك)، مثلاً، (لثابت

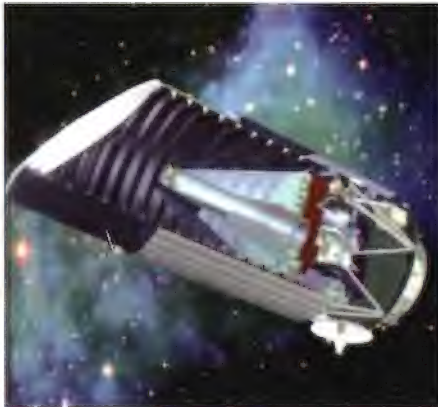
هابل) تُعني أن عُمْرَ الكونِ يُراوحُ بين (6.5 - 8.5) بليون
سنة [اعتماداً على كمية الماء في الكون] والتَّبَاطُؤُ المُقَابِلِ
الذي تُسبِّبه هذه المادة. أمّا قيمة (50 كم / ثا / ميغابارسك)
فلتقرّح عُمْراً كُونِيّاً يُراوحُ بين (13 - 16.5) بليون سنة.

تُكشِفُ مَجْرَةُ الأندروميديا الحلزونية وجود المادة المَعْتَمَةِ بِحَرَكَةٍ ذُرَاعِيَّهَا
الخارجيتين، اللتين تدوران حول مركز المَجْرَةِ بأسرع ممّا يتوقَّعُ لو أنَّ المادةَ
المُضَيِّئَةَ المرئيةَ في المَجْرَةِ تُمثِّلُ مُعْظَمَ كتلتها، وهناك من الكِنَلَةِ كميةٌ أكبرُ
بعشرِ مَرَّاتٍ تقريباً مُوزَّعةً على الأرجح في كُرَّةٍ ضَخْمَةٍ من المادة الخفية تُعْمُرُ
المَجْرَةَ المُضَيِّئَةَ.



أَشْكَالِ الْمَادَّةِ الْعَادِيَّةِ الْآخَرَى أَقَلَّ مِنْ (5%) مِنْ مَادَّةٍ مَجْهُولَةٍ. إِنَّ كُلَّ مَا نَعْرِفُهُ بِشَكْلِ جَوْهَرِيٍّ هُوَ أَنَّ الْمَادَّةَ الْمُعْتَمَةَ **Dark matter** تَتَكَثَّلُ مَعًا مُؤَفَّرَةً مُرْتَكِزَةً ثِقَالِيًّا مِنَ الْجُسَيْمَاتِ لِلْبُنَى الْأَكْبَرِ، مِثْلَ الْحَشُودِ الْمَجْرِيَّةِ. لَكِنَّ الْمَوْكَّدَ تَقْرِيْبًا هُوَ أَنَّهَا تَتَكَوَّنُ مِنْ نَوْعٍ مِنَ الْجُسَيْمَاتِ الْأَوَّلِيَّةِ غَيْرِ الْمَكْتَشَفَةِ حَتَّى الْآنَ. وَالطَّاقَةُ الْمُعْتَمَةُ هِيَ جُزْءٌ مُفْصَلٌ لَمْ يَظْهَرْ فِي الْمَشْهَدِ إِلَّا مُنْذُ عَامِ 1998 م. إِنَّهَا مُتَشَرِّةٌ فِي الْفَضَاءِ بِشَكْلِ مُتَجَانِسٍ، وَتُبْدِي ضَغْطًا سَالِبًا، وَتَسَبِّبُ تَسَارُعَ تَوْسُّعِ الْكَوْنِ.

يَقُومُ عُلَمَاءُ فِيزِيَاءٍ وَفَلَكٍ وَمُهَنْدِسُونَ لَدَى (مُخْتَبِرَاتِ بِيرْكلي) بِتَطْوِيرِ سَابِرٍ فِضَائِيٍّ لِدِرَاسَةِ تَسَارُعِ تَعَدُّدِ الْمُسْتَعْرَاتِ الْعُظْمَى أَوْ اخْتِصَارًا SNAP وَيَشْمَلُ هَذَا السَّابِرَ عَلَى تِلْسَكُوبِ عَاكِسٍ بِقَطْرِ مِترَيْنِ لَهُ ثَلَاثُ مَرَايَا يَتَمَّ وَضْعُهُ فِي مَدَارٍ فِي عُمُقِ الْفَضَاءِ لِلْعُثُورِ



عَلَى آلَافِ الْمُسْتَعْرَاتِ الْعُظْمَى Supernova وَلِدِرَاسَتِهَا سَنَوِيًّا. وَمِنْ شَأْنِ هَذِهِ الْقِيَاسَاتِ أَنْ تُوفِّرَ مَعْلُومَاتٍ كَثِيفَةً لِتَحْدِيدِ حَقِيقَةِ الْمَادَّةِ الْمُعْتَمَةِ وَبِالتَّالِيِ مَصِيرِ الْكَوْنِ.

وَهُنَاكَ طَرِيقَةٌ أُخْرَى لِمَعْرِفَةِ عُمُرِ الْكَوْنِ تَعْتَمِدُ تَقْدِيرَ مَعْدَلِ تَوْسُّعِ الْكَوْنِ مِنْ خِلَالِ الْكثَافَةِ الْوَسْطِيَّةِ لَهُ. وَهَذَا مُمَكِّنٌ لِأَنَّ الثَّقَالَةَ تَوَثِّرُ بِقُوَّةٍ تُقَاوِمُ التَّوَسُّعَ، فَالْمَجْرَّاتُ تَتَبَاعَدُ الْآنَ فِيمَا بَيْنَهَا بِبُطْءٍ أَكْثَرَ مِمَّا كَانَتْ تَفْعَلُ فِي الْمَاضِي. فَمَعْدَلُ التَّغْيِيرِ فِي تَوْسُّعِ الْكَوْنِ يَتَعَلَّقُ بِكثَافَتِهِ الْوَسْطِيَّةِ. فَإِذَا كَانَتْ هَذِهِ الْكثَافَةُ هِيَ فَقَطْ كَثَافَةُ الْمَادَّةِ الْمَرْتَبَّةِ فِي الْمَجْرَّاتِ وَفِيمَا حَوْلَهَا. فَعَلَى الْأَرْجَحِ يَكُونُ عُمُرُ الْكَوْنِ بَيْنَ (10 - 15 بِلْيُونِ سَنَةٍ).

وَيَعْتَقِدُ الْكَثِيرُ مِنَ الْبَاحِثِينَ أَنَّ كَثَافَةَ الْكَوْنِ هِيَ أَكْبَرُ مِنْ هَذِهِ الْقِيَمَةِ الدُّنْيَا. وَقَدْ يَكُونُ مَا يُسَمَّى الْمَادَّةَ الْمُعْتَمَةَ (الْخَفِيَّةَ) سَبَبَ هَذَا الْفَرْقِ. وَثَمَّةُ فِكْرَةٌ مَدْعُومَةٌ بِشِدَّةٍ تَقُولُ بِأَنَّ كَثَافَةَ الْكَوْنِ تَكْفِي تَمَامًا فِي الْمُسْتَقْبَلِ الْبَعِيدِ كِي يَتَبَايَأُ تَوْسُّعُ الْكَوْنِ إِلَى أَنْ يَبْلُغَ سُرْعَةَ تَوْسُّعِ تَقَارُبِ الصَّفَرِ. وَبِهَذَا الْافْتِرَاضِ يَكُونُ عُمُرُ الْكَوْنِ مَا بَيْنَ (7 - 13) بِلْيُونِ سَنَةٍ، وَلَعَلَّ أَكْثَرَ رَقْمٍ يَعْتَمِدُهُ الْعُلَمَاءُ حَالِيًّا لِلْكَوْنِ هُوَ (7.13 بِلْيُونِ سَنَةٍ) اعْتِمَادًا عَلَى الْأَرْصَادِ الْحَدِيثَةِ مِنَ التِّلْسَكُوبَاتِ الْفِضَائِيَّةِ الْأَرْضِيَّةِ.

الْمَادَّةُ الْمُعْتَمَةُ (الْخَفِيَّةُ) فِي الْكَوْنِ

لَيْسَ الْكَوْنُ مِنْ حَوْلِنَا عَلَى الْحَالِ الَّتِي يَظْهَرُهَا لَنَا، فَالْنَّجُومُ تُشَكِّلُ أَقَلَّ مِنْ (1%) مِنْ كُنْثَتِهِ، وَيُشَكِّلُ الْغَازُ الْمُتَخَلِّخِلُ بِرُومْتِهِ مَعَ

الكَازارات (الكويزارات)

فِي عَامِ 1960م، تَمَّ اكْتِشَافُ سَدِيمٍ شَدِيدِ التَّوهُّجِ،
بَاهِرِ النُّورِ، فِي مَكَانٍ سَحِيحِ البُعْدِ مِنَ الْكُونِ، وَظَنَّ يَوْمَهَا
أَنَّهُ إِحْدَى الْمَجَرَّاتِ الْقَصِيَّةِ.

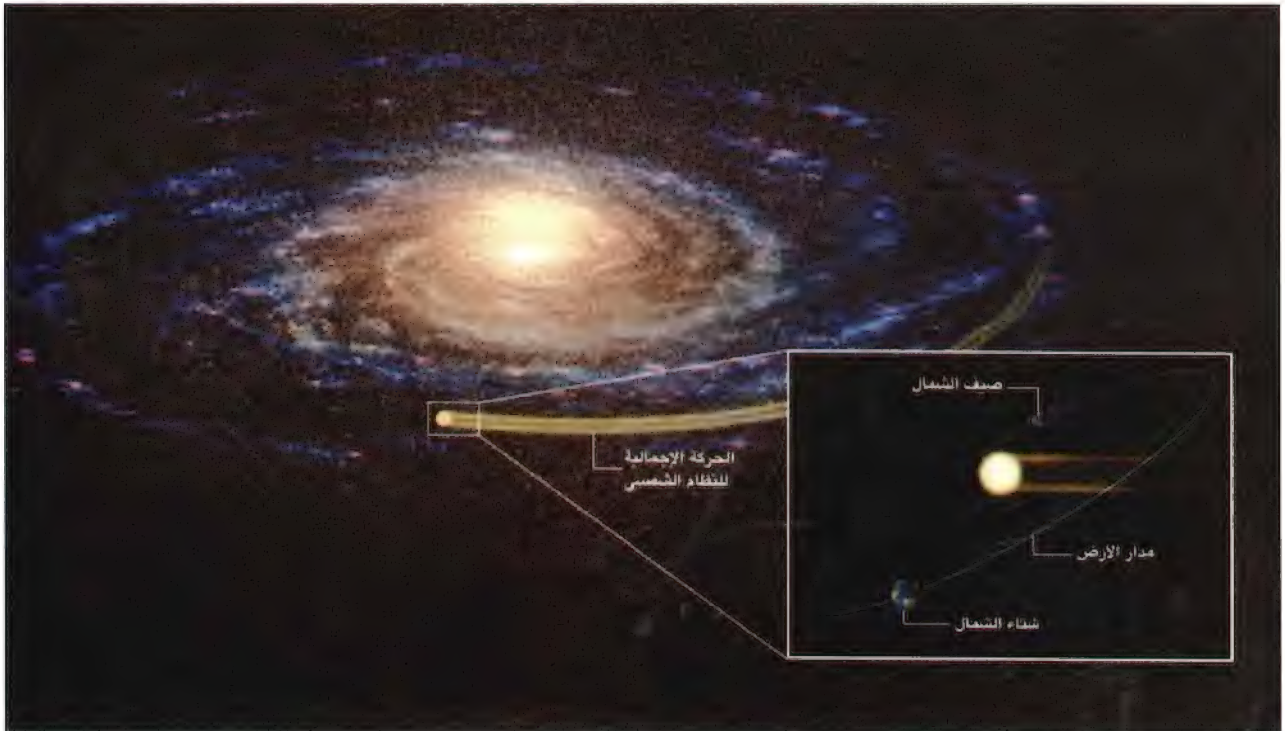
وَلَمَّا قَامَ الْفَلَكِيَّانُ الْأَمِيرِكَيَّانِ (توماس ماتيوس) وَ(آلِن
سانديج) الْعَامِلَانِ فِي مَرَصِدِ (كالِتَش) بِرَصْدِ ذَلِكَ السَّدِيمِ،
اِكْتَشَفَا بِالإِضَافَةِ إِلَيْهِ ثَلَاثَةَ سُدُمٍ أُخْرَى مُشَابِهَةٍ لَهُ، إِلَّا أَنَّهُمَا
لَا حَظًّا أَنَّ طَبِيعَتَهَا تَخْتَلِفُ عَنِ طَبِيعَةِ الْمَجَرَّاتِ شَكْلًا وَنُورًا،
وَأُطْلِقَا عَلَيْهَا اسْمَ (الكازارات) أَوْ (الكويزارات) Quasar.

وَعِنْدَمَا قَامَ الْعَالِمُ الْفَلَكِيُّ (جيس. ل. غرينتشاين)، مُدِيرُ
مَرَصِدِ (كالِتَش) وَالْمُشْرِفُ عَلَى قِسْمِ الْفَلَكِ فِيهِ، بِرَصْدِ
تِلْكَ الْكَازَارَاتِ، وَبِدِرَاسَةِ نُورِهَا، تَبَيَّنَ لَهُ أَنَّ نُورَهَا يَبْلُغُ
مَرْتَبَةَ (مَا فَوْقَ الْبَنْفَسَجِيِّ) لِسِدَّةِ سَطْوَعِهِ الْمُقَدَّرِ بِنُورِ أَلْفِ



لَوْ اسْتَطَعْنَا رُؤْيَةَ الْمَادَّةِ الْمُعْتَمَةِ، لَبَدَّتْ مَجَرَّةٌ دَرَبِ الثَّابِتِ مَكَانًا مُخْتَلِفًا
تَمَامًا، فَالْقُرْصُ الْحَزُونِي حَيْثُ تَسْتَقِرُّ مُعْظَمُ النُّجُومِ. سَيَكُونُ مُلْتَفًا بِضَبَابٍ
كَثِيفٍ مِنْ جُسَيْمَاتِ الْمَادَّةِ الْمُعْتَمَةِ. وَيَعْتَقِدُ الْفَلَكِيُّونَ أَنَّ الضَّبَابَ الْمُعْتَمَ أَكْثَرُ
مِنْ ذَلِكَ الْقُرْصِ بِعَشْرِ مَرَّاتٍ، وَأَنَّ قَطْرَهُ يَبْلُغُ عَشْرَةَ أَضْعَافٍ قُطْرَ الْقُرْصِ.

الرياح المعتمنة

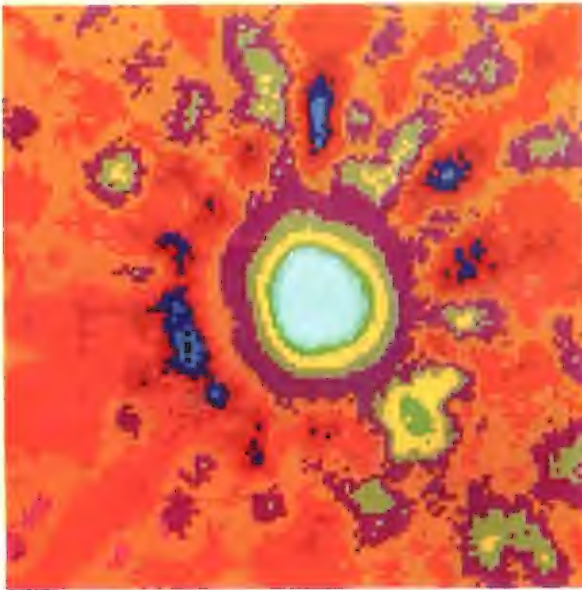


مِثْلَمَا يَحْمُرُ رَاكِبُو الدَّرَاجَاتِ النَّارِيَّةِ بِالرَّيْحِ تَصَمُّعُ وَجْهَهُمْ، تُصَفِّعُ نَحْنُ عَلَى كَوْكَبِ الْأَرْضِ بِرِيحٍ أَمَامِيَّةٍ مِنَ الْمَادَّةِ الْمُعْتَمَةِ. إِنَّ الْمَادَّةَ الْمُعْتَمَةَ هِيَ أَسَاسًا غَازٌ رَاكِدٌ Stagnant - جُسَيْمَاتٌ تَتَحَرَّكُ عَشْوَالِيًّا وَلَا
تَمْلِكُ حَرَكَةً مُنْتَظِمَةً - وَنِظَامُنَا الشَّمْسِيُّ يَمُخَّرُ عَبْرَ هَذِهِ الْمَادَّةِ بِسُرْعَةٍ 220 كِيلُو مِتْرًا فِي الثَّانِيَةِ. وَضَمْنُ النِّظَامِ الشَّمْسِيِّ تَدُورُ الْأَرْضُ بِسُرْعَةٍ 30 كِيلُو مِتْرًا فِي الثَّانِيَةِ، وَلَدَى اخْتِدَادِ انْحِرَافِ الْمَدَارِ فِي الْحُسْبَانِ،
تَكُونُ لِلرَّيْحِ الْأَمَامِيَّةِ سُرْعَةٌ ضَالِيَّةٌ تَسَاوِي 225 كِيلُو مِتْرًا فِي الثَّانِيَةِ فِي صَبِّفِ الشَّمَالِ وَ 205 كِيلُو مِتْرًا فِي الثَّانِيَةِ فِي الشَّمَالِ. إِنَّ هَذَا التَّغْيِيرَ يُعَيِّرُ الْمَادَّةَ الْمُعْتَمَةَ مِنَ الصُّجُوجِ الَّذِي لَا يَتَغَيَّرُ مَعَ الْفُصُولِ.

وفي عام 1967م، تم اكتشاف (5) كازارات جديدة، وتبين أن أحدها - وهو الكازار (3C 9) - يبعد عنا مسافة تتراوح بين (8 - 10) مليارات من السنين الضوئية، أي (8000 - 10000) مليون سنة.

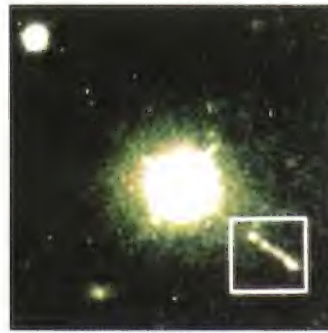
وعندما درست سرعة ابتعاده عن غيره من الكازارات والمجرات، تبين أنه يبتعد عنها بسرعة (240.000) كم في الثانية، أي ما يعادل (80 %) من سرعة الضوء. ولما درست كثافته، تبين أنها تعادل (1-3 %) من كثافة المجرة. أما نوره فيزيد بمقدار (100) مرة عن نور أكثر المجرات لمعاناً وسطوعاً.

وقد ظل أمر (الكازارات) لغزاً محيراً ومستعصياً حله حتى عام 1976م، حين توصل العالم الفلكي (جيروم كريستيان) - بعد الدراسات والملاحظات التي قام بها والمتعلقة بالكازارات - إلى معرفة أنها نوع خاص من المجرات، وأن الاختلاف بينهما يكمن في أن الكازارات سحابة البعد عنا، وأن مركزها يشع بريقاً آخذاً، يشتد تارةً، ويضعف تارةً أخرى خلال فترات تتراوح بين عدة أسابيع أو عدة شهور أحياناً.



صورة للكازار (3C 273) بالأشعة السينية، حيث يدل اللون الأزرق على أشدها كثافة، ثم الأخضر، ثم الأصفر.

مليون شمس من شمسنا. وعندما قام بتحليل ذلك النور إلى خطوط طيف، وقارنها مع خطوط طيف النجوم والمجرات، تبين له أن خطوط طيف الكازارات لا تشبه خطوط طيف أي جرم سماوي مشع سبق تحليله والتعرف إليه، وأقر بأنها أجرام كونية من نوع جديد وخاص، وأنها أبعد ما بلغته المراصد الفلكية حتى ذلك الحين، إذ تبين له أنها تقع على بعد يتراوح بين (2 - 16) مليار سنة ضوئية.



الكازار 3C273، هو الأقرب إلينا على مسافة ملياري سنة ضوئية، وهو الأول الذي استطاع العلماء قياس بعده من دراسة طيفه، وتظهر الصورة التي التقطها هابل دففاً من المادة سريعاً مثيراً من نواته.

وفي مطلع عام 1963م، استطاع العالم الفلكي الهولندي المولد (مارتن شميدت)، والعامل في مرصد (كاليتش) في (الولايات المتحدة)، أن يكتشف كازاراً جديداً كان خامس كازار قد اكتشف في حينه، وكان أكثر تألقاً مما سبق، ودعا الكازار (3C 273). وعندما قام بتحليل نوره إلى خطوط طيفية، تبين له أنه يضم (6) خطوط طيفية منها (4) خطوط تدل على وجود (الهيدروجين) في الكازارات، أما الخط الخامس فيدل على وجود (الأوكسجين) فيها، والخط السادس كان يشير إلى وجود (المغنيسيوم) فيها.

وفي شهر آذار من عام 1963م، حاول العالمون من علماء الفلك في مرصد (كاليتش) تحديد أبعاد بعض الكازارات عنا، فتبين لهم أن الكازار (3C 273) يبعد عنا بمقدار (2000) مليون سنة ضوئية، أي (2) مليار سنة ضوئية. وأن الكازار (3C 48) يبعد عنا بمقدار (4000) مليون سنة ضوئية أي ما يعادل (4) مليارات من السنين الضوئية.

يَتَوَهَّجُ الكَازَارُ المَتَالِقِي كَأَنَّهُ قُرْصٌ غَازِي يَسِيرُ
بِسُرْعَةٍ مُلْتَمًا كَالدَوَامَةِ حَوْلَ ثَقْبٍ أَسْوَدَ يَحْوِي كِتْلَةً
تَعَادِلُ بِلْيُونِ كِتْلَةِ الشَّمْسِ. وَيَقُومُ السَّاتِلَانِ الفَلَكِيَانِ
الحَسَّاسَانِ لِلأَشْعَةِ السَّيْنِيَةِ وَأَشِعَّةِ غَامَا، وَهِيَ أَقْوَى
أَشْكَالِ الإِشْعَاعِ، بِكَشْفِ السَّرِّ الَّذِي يُحِيطُ بِهِ
الظَّوَاهِرُ الفَلَكِيَّةُ.



وَيُجْمَعُ عُلَمَاءُ الفَلَكِ اليَوْمَ تَقْرِيبًا عَلَى
أَنَّ الكَازَارَاتِ هِيَ نَوْعٌ فَرِيدٌ مِنَ المَجَرَّاتِ
القَابِعَةِ فِي أَقَاصِي الكَوْنِ الَّذِي أَمَكَنَ
رَصْدَهُ حَتَّى اليَوْمَ ، وَأَنَّهُ يَتَوَسَّطُ كُلًّا مِنْهَا
ثَقْبٌ أَسْوَدٌ خَلْفَهُ انْفِجَارٌ نَجْمِيٌّ فِي مَرْكَزِ
المَجَرَّةِ، وَأَنَّ ذَلِكَ الثَّقْبَ يَتَمَتَّعُ بِجَاذِبِيَّةٍ
تَفُوقُ جَازِبِيَّةَ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (5000)
مِلْيُونِ مَرَّةٍ، وَأَنَّ قُوَّةَ الجَذْبِ تِلْكَ هِيَ
الَّتِي تُسَبِّبُ انْدِفَاعَ نُجُومِ المَجَرَّةِ بِسُرْعَةٍ
هَائِلَةٍ نَحْوَ ذَلِكَ الثَّقْبِ لِنُدْخُلِهِ وَلِتَمُوتَ
فِيهِ، وَأَنَّ اشْتِدَادَ التَّوَهُّجِ أَوْ ضَعْفَهُ، الَّذِي
لُوحِظَ فِي مَرْكَزِ الكَازَارَاتِ، نَاجِمٌ عَنِ
التَّفَاوُتِ فِي عَدَدِ النُّجُومِ الَّتِي تَتَرَاخَمُ مُتَسَابِقَةً لُولُوجِ ذَلِكَ
الثَّقْبِ الأَسْوَدِ.

أَبْعَدُ جِرْمٍ سَمَاوِيٍّ

كَانَتِ الكَازَارَاتُ أَبْعَدَ الأجْرَامِ السَّمَاوِيَّةِ المرئيةِ عَنِ
الأَرْضِ، لَكِنْ فِي الرَّابِعِ مِنْ أَيْلُولِ عَامِ 2005م، تَمَكَّنَ القَمَرُ
الصَّنْعِيُّ (سُويفِت) التَّابِعُ لِرِوَاكَةِ الفَضَاءِ الأَمْرِيكِيَّةِ، مِنْ رَصْدِ
انْفِجَارٍ بَعِيدٍ لِأَشِعَّةِ غَامَا، وَاعْتَبَرَ ذَلِكَ أَقْوَى الانْفِجَارَاتِ
الَّتِي شُهِدَتْ حَتَّى الْآنَ. وَتَحَدَّثُ مِثْلُ هَذِهِ الانْفِجَارَاتِ
بِمُعْدَلِ مَرَّةٍ وَاحِدَةٍ فِي اليَوْمِ، وَبشَكْلِ عَشَوَائِيٍّ، وَيَسْتَمِرُّ لِنَوَائِي
مَعْدُودَةٍ، وَلِذَلِكَ يَضَعُ رَصْدُهَا. وَيَعْتَقِدُ العُلَمَاءُ أَنَّ هَذِهِ

وَفِي عَامِ 1980م، وَبِفَضْلِ إِنْتِكَارِ جِهَازِ رَادَارِيٍّ يُضَخِّمُ
صُورَ المَرَاقِبِ، تَمَّ اكْتِشَافُ كَازَارٍ جَدِيدٍ وَاقِعٌ فِي أَعْمَاقِ
الْفَضَاءِ عَلَى امْتِدَادِ خَطِّ البَصَرِ الذَّاهِبِ عَبْرَ (بُرْجِ العَذْرَاءِ).
وَبَعْدَ أَنْ قَامَ العَالِمُ الفَلَكِيُّ الأَلْمَانِيُّ (هِيرْمَان هَان) بِدِرَاسَةِ
ذَلِكَ الكَازَارِ وَالصُّورِ المُلْتَفِطَةِ لَهُ، أَوْضَحَ بَأَنَّ بُقْعًا بَيَاضًا
تُحِيطُ بِجُرْمِ الكَازَارِ، وَأَنَّهَا تُشَبِّهُ الأَذْرَعَةَ اللُّوَلْبِيَّةَ الَّتِي تَنْدَفِعُ
مِنْ قَلْبِ المَجَرَّةِ نَحْوَ أَطْرَافِهَا.

وَكَانَ هَذَا تَأْيِيدًا جَدِيدًا لِمَا قَالَهُ العُلَمَاءُ السَّابِقُونَ مِنْ أَنَّ
الكَازَارَاتِ مَا هِيَ إِلَّا مَجَرَّاتٌ تَقْبَعُ فِي أَقَاصِي الكَوْنِ، وَعَلَى
أَبْعَادٍ كَبِيرَةٍ مِنَ المَجَرَّاتِ القَصِيَّةِ الَّتِي مَرَّتْ مَعَنَا. وَقَدْ أَيْدَ،
فِيمَا بَعْدُ، ذَلِكَ كُلُّهُ، العَالِمُ الفَلَكِيُّ (مَالِكَانَ) الَّذِي انْكَبَّ
خِلَالَ فِتْرَةٍ طَوِيلَةٍ عَلَى دِرَاسَةِ الكَازَارَاتِ.

نِهَايَةُ الْكُونِ

كَيْفَ سَيَنْتَهِي الْكُونُ؟ سُؤَالَ يُحِيرُ عُلَمَاءَ الْفَلَكِ وَالْكُونِ، لَقَدْ حَاوَلَ بَعْضُ الْفَلَكَيِّينَ اسْتِخْدَامَ الْعَدِيدِ مِنَ الطَّرَائِقِ وَالْوَسَائِلِ لِتَحْدِيدِ مُسْتَقْبَلِ الْكُونِ. اعْتَمَدَتْ إِحْدَاهُمَا - وَهِيَ طَرِيقَةُ اسْتِقْرَائِيَّةٌ - عَلَى فَاقِدِ الْكُتْلَةِ لِلْحُشُودِ الْمَجْرِيَّةِ، بَيْنَمَا لَجَأَتِ الْأُخْرَى إِلَى اسْتِعْمَالِ الْمَفْعُولِ الْمَحْرَقِيِّ فِي انْحِنَاءِ الْفَضَاءِ وَفَقَ نَمُودَجِ آيْنشتاين.

رَبِّمًا يَكُونُ الْكُونُ مَفْتُوحًا أَوْ مُغْلَقًا. وَيَتطَابَقُ نَمُودَجَا الْكُونِ السَّابِقَانِ مَعَ طَبِيعَةِ الْكُونِ الْمُتَوَسِّعِ بِاسْتِمْرَارٍ، الَّذِي سَتَكُونُ نِهَايَتُهُ التَّقْلُّصُ فِي أَحَدِهِمَا، فَالْكُونُ الْمُتَمَدِّدُ إِلَى الْأَبَدِ هُوَ النَّمُودَجُ الْمَفْتُوحُ اللَّانِهَائِيُّ فِي اتِّسَاعِهِ دَوْمًا. وَمِنْ جِهَةٍ أُخْرَى، فَإِنَّ الْكُونِ الَّذِي لَهُ مَادَّةٌ كَافِيَةٌ تَجْعَلُهُ يَتَبَاطَأُ فِي التَّمَدُّدِ إِلَى نَقْطَةٍ تَجْمُدُ وَشُكُونٍ تَامٍ هُوَ نَمُودَجُ الْكُونِ الْمُغْلَقِ الَّذِي يَنْحَنِي عَلَى نَفْسِهِ.

وَفِي كِلَا النَّمُودَجَيْنِ الْكُونِيِّينِ، فَإِنَّ أَشْعَةَ الضَّوِّ تَتَرَكَّزُ قَلِيلًا فِي مَحْرَقٍ أَثْنَاءَ انْتِشَارِهَا عِزَّ الْفَضَاءِ الْفَارِغِ بَيْنَ الْمَجْرَّاتِ، وَهَذَا الْمَفْعُولُ الْمَحْرَقِيُّ لَيْسَ غَرِيبًا، وَهُوَ قَوِيٌّ فِي الْكُونِ الْمُغْلَقِ الْمُحْدَبِ.

الْعَمَلِيَّةُ تَحْدُثُ نَتِيجَةً انْفِجَارٍ نُجُومٍ ذَاتِ كُتْلٍ، أَكْبَرَ مِنْ كُتْلِ السُّوْبَرِ نَوْفًا. وَتُشِيرُ هَذِهِ الْانْفِجَارَاتُ إِلَى وَلَادَةِ ثَقْبٍ أَسْوَدَ.



أَبْعَدُ جُرْمٍ سَمَاوِيٍّ

وَقَدْ أَطْلَقَ الْعُلَمَاءُ عَلَى هَذَا الْانْفِجَارِ اسْمَ (GRB 050904)، وَقَدَّرَتِ الْمَسَافَةُ بَيْنَهُ وَبَيْنَ كَوْكَبِ الْأَرْضِ بِنَحْوِ 13 مِلْيَارِ سَنَةٍ ضَوْئِيَّةٍ، فِي حِينٍ أَنَّ أَبْعَدَ كَازَارٍ مَوْجُودٍ عَلَى مَسَافَةِ 12 مِلْيَارِ سَنَةٍ ضَوْئِيَّةٍ.

مَعَ أَنَّ الْعُلَمَاءَ اسْتَطَاعُوا وَضْعَ نَظَرِيَّاتٍ تُفَسِّرُ بَدَايَةَ نُشُوءِ الْكُونِ، وَاسْتَطَاعُوا أَنْ يَحْصُلُوا عَلَى أدَلَّةٍ بِشَانِ ذَلِكَ. فَهَلْ يَسْتَطِيعُونَ الْوُصُولَ إِلَى الْإِجَابَةِ عَنْ سُؤَالِ كَيْفَ سَيَنْتَهِي الْكُونُ؟

"كُنْتُ أَظُنُّ أَنَّ النَّهَارَ هُوَ أَجْمَلُ شَيْءٍ، إِلَى أَنْ شَاهَدْتُ مَا يَكْشِفُ اللَّيْلُ."

"كُنْتُ أَظُنُّ أَنَّ هَذِهِ الْأَرْضُ الَّتِي أَعِيشُ عَلَيْهَا هِيَ كُلُّ الْعَالَمِ، إِلَى أَنْ انْبَعَثَ مِنْ حَوْلِي عَدَدٌ لَا يُحْصَى مِنَ الْعَوَالِمِ الصَّابِيَةِ"

(والث ويسان)

المَجَرَّات

39	مَرَّاحِلُ تَطَوُّرِ الْمَجَرَّةِ
41	عَدَدُ الْمَجَرَّاتِ
42	تَصْنِيفُ الْمَجَرَّاتِ
45	أَبْعَادُ الْمَجَرَّاتِ
46	تَرْكِيبُ الْمَجَرَّاتِ
47	مَجَرَّتُنَا (دَرْبُ النِّبَّانَةِ)
49	كَيْفَ تَكُونَتْ دَرْبُ النِّبَّانَةِ؟
50	عُمُرُ الْمَجَرَّاتِ
52	تَوْقِيتُ نَشْوءِ الْمَجَرَّاتِ
53	تَوَزُّعُ الْمَجَرَّاتِ
53	الْمَجَرَّاتُ الْقَصِيَّةُ
54	الْحُشُودُ الْمَجَرِّيَّةُ
55	حَرَكََةُ الْمَجَرَّاتِ
56	تَصَادُّمُ الْمَجَرَّاتِ

تَبْدَأُ الْمَجَرَّةُ، عَلَى شَكْلِ سَحَابَةٍ هَائِلَةٍ غَيْرِ مُحَدَّدَةٍ تَتَصَادَمُ فِيهَا ذَرَاتُ الْأَبْحَرَةِ الْمُؤَلَّفَةِ مِنَ الْغَازَاتِ وَالْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ .
وَيَكُونُ التَّصَادُّمُ عَلَى أَشَدِّهِ عِنْدَ الْمَرْكَزِ، حَيْثُ تَكُونُ الْكَثَافَةُ هُنَاكَ عَلَى أَشَدِّهَا بِسَبَبِ ضَغْطِ الْأَطْرَافِ عَلَيْهِ . وَيَنْتُجُ عَنْ ذَلِكَ التَّصَادُّمِ أَمْرَانِ :

1. حُدُوثُ حَرَارَةٍ فَائِقَةٍ تَنْشَأُ عَنْهَا حَرَكَةٌ دَائِرِيَّةٌ تَخْضَعُ لَهَا السَّحَابَةُ بِكَامِلِهَا، مِمَّا يُؤَدِّي إِلَى تَكْوِينِهَا .

2. تَشَكُّلُ نَوَاةٍ فِي السَّحَابَةِ، يَزْدَادُ حَجْمُهَا بِاسْتِمْرَارٍ، وَتَزْدَادُ قُوَّةُ جَازِبِيَّتِهَا، وَتَزْدَادُ فَلْطَحَتُهَا بِفِعْلِ دَوْرَتِهَا الْمِحْوَرِيَّةِ . وَمَعَ ازْدِيَادِ سُرْعَةِ الدَّوْرَانِ الْمِحْوَرِيَّةِ لِتِلْكَ السَّحَابَةِ، وَازْدِيَادِ الْقُوَّةِ النَّابِذَةِ، يَزْدَادُ التَّفْلُطُحُ فِيهَا؛ فَتَتَحَوَّلُ إِلَى شَكْلِ عَدَسِيٍّ، وَتَتَحَوَّلُ النَّوَاةُ إِلَى قُرْصٍ كَثِيفٍ يَتَوَسَّطُ حَجْمَ الْمَجَرَّةِ الْغَازِي .

وَبَدَءًا مِنْ هَذِهِ الْمَرَحَلَةِ مِنْ عُمُرِ الْمَجَرَّةِ، الَّتِي تُعْرَفُ بِمَرَحَلَةِ الشَّبَابِ، يَبْدَأُ تَشَكُّلُ دَوَّامَاتٍ فِي ثَنَائِهَا الْمَجَرَّةِ، بَدَءًا مِنَ الْمِحْوَرِ وَحَتَّى الْأَطْرَافِ، قَوَامُهَا مِنَ الْغَازِ وَالْغُبَارِ الْكَوْنِيِّينَ . وَعِنْدَمَا تَلْتَهُبُ تِلْكَ الدَّوَّامَاتُ ، تَتَحَوَّلُ إِلَى نُجُومٍ حَدِيثَةِ التَّكْوِينِ .

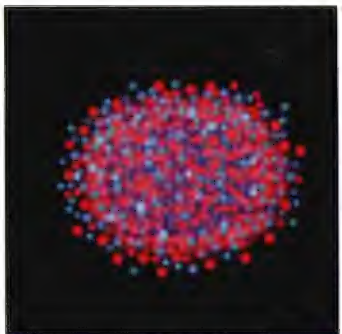
وَمَعَ ازْدِيَادِ سُرْعَةِ الدَّوْرَةِ الْمِحْوَرِيَّةِ فِي الْمَجَرَّةِ، تَزْدَادُ الْقُوَّةُ النَّابِذَةُ فِيهَا؛ فَتَنْدَفِعُ مِنَ الْأَطْرَافِ أَذْرُعٌ لَوْلَبِيَّةٌ تَدُورُ مَعَ الْمَجَرَّةِ بِسُرْعَةٍ هَائِلَةٍ تُقَدَّرُ بِـ (1) مِلْيُونِ كِيلُومِترٍ فِي السَّاعَةِ .

المَجَرَّات Galaxy

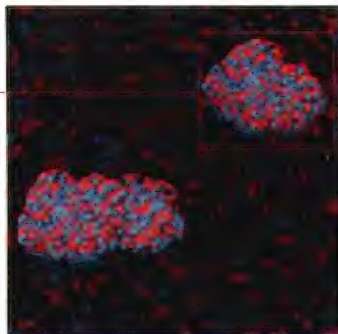


المَجَرَّات تَجْمَعُ ضَخْمٌ مِنَ النُّجُومِ (-100 1000 بليون نجم) وَكَمِيَّاتٌ كَبِيرَةٌ مِنْ مَادَّةٍ بَيْنَ نَجْمِيَّةٍ (غَازٍ وَغُبَارٍ) . تَرْتَبِطُ فِيهَا بَيْنَهَا بِقُوَّةِ الْجَازِبِيَّةِ . وَفِي الْمَرَاجِعِ الْأَجْنِبِيَّةِ، يُسْتَعْدَمُ الْحَرْفُ الْأَوَّلُ صَغِيرًا (galaxy) لِإِشَارَةِ إِلَى مَجَرَّةٍ مَا، أَمَّا فِي حَالِ اسْتِخْدَامِ الْحَرْفِ الْأَوَّلِ كَبِيرًا (Galaxy) فَيَدُلُّ ذَلِكَ عَلَى مَجَرَّتِنَا دَرْبُ التَّنَائِثِ .

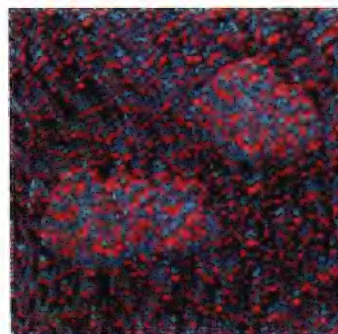
مَرَاكِلُ تَطَوُّرِ الْمَجَرَّةِ



4 مَعَ الْإِنْهَارِ، تَصِلُ كُلُّ بَقْعَةٍ إِلَى حَالَةِ تَوَازُنٍ، وَتَبْلُغُ كَثَافَةُ كُلِّ مِثْلِ مِنَ الْمَادَّةِ الْعَادِيَّةِ وَالْمَادَّةِ الْخَفِيَّةِ ذُرُونَهَا فِي الْمَرْكَزِ، وَتَتَنَاقَسُ نِجَاجَ الْحَاقَاتِ .



3 وَفِي النِّهَايَةِ، تُصْبِحُ تِلْكَ الْبُقْعَةُ عَلَى دَرَجَةِ عَالِيَةٍ مِنَ الْكَثَافَةِ مُغَارَةً بِمَا يَحِيطُ بِهَا، مِمَّا يَجْعَلُ الْغَالَةَ تَقْوَى التَّوَشُّعِ، وَتَبْدَأُ الْبُقْعَةُ بِالْإِنْهَارِ .



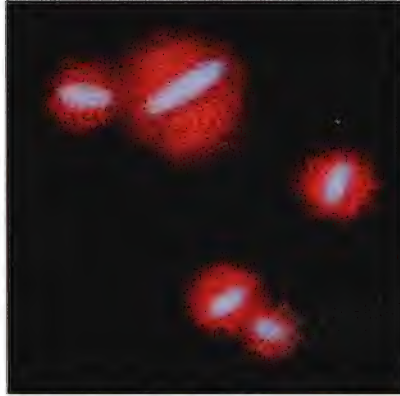
2 فِي الْوَلَدِ الْأَوَّلِ يَتَغَلَّبُ التَّوَشُّعُ الْكَوْنِيُّ عَلَى الثَّغَالَةِ فَتَقِلُّ كَثَافَةُ السَّائِلِ، لَكِنْ يُعْصَمُ ذَلِكَ بِكَثَافَةِ أَغْلَى نَقْلِ كَثَافَتِهَا عَلَى نَحْوِ أَطْرَافِ الْمَنَاطِقِ الْأُخْرَى .



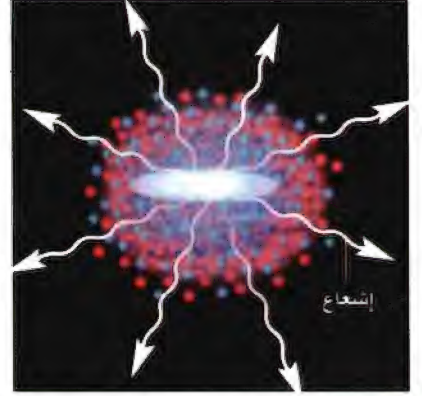
1 فِي الْبَدَايَةِ، يَمْلَأُ الْكَوْنُ سَائِلَ أَوَّلِيٍّ وَهُوَ مَزِيْجٌ مِنْ مَادَّةٍ عَادِيَّةٍ (الْأَزْرَقُ) وَمَادَّةٍ خَفِيَّةٍ (الْأَحْمَرُ)، تَتَمَيَّزُ كَثَافَتُهُ قَلِيلًا مِنْ مَكَانٍ لِأُخَرِ .



7 وعندما يندمج قرصان مُشابهان في الحجم، تُضطرب المدارات النجمية، وتنتج مجرة إهليلجية، وفيما بعد، قد ينشأ قرص حولها



6 تتأثر المجرات الجينية، مولدة عزمًا بمضها على بعض، ومندمجة بعضها في بعض لتكون أجساماً أكبر فأكبر. (تتراكب هذه المرحلة مع المرحلتين 4 و 5).



5 وتُحافظ المادة الخفيفة على هذا الشكل لتكونها عاجزة عن الإشعاع. أما المادة العادية فتصدر إشعاعاً، وتنتهي مكونة قرصاً دائرياً rotating ويبدأ الكثافة تكوناً نجومياً.

تَمَاماً لِخُلُوقِهَا حِينَئِذٍ مِنَ الْغَازِ وَالْغُبَارِ الْكَوْنِيِّينَ، خُلُوقاً يَكَادُ يَكُونُ كَامِلاً، وَتِلْكَ هِيَ مَرَحَلَةُ الْهَرَمِ الَّتِي تَكُونُ قَدْ بَلَغَتْهَا الْمَجَرَّةُ.



إِنَّ الْفَتْرَةَ الَّتِي تَحْتَاجُهَا الدَّوَامَةُ الْمَجَرَّةِيَّةُ حَتَّى تَتَحَوَّلَ إِلَى نَجْمٍ أَوْ عِدَّةِ نُجُومٍ أَوْ إِلَى عَنَاقِيدٍ مِنَ النُّجُومِ، لَا تَقِلُّ عَنْ عِدَّةِ مِائَاتِ مِلْيَارَيْنِ السَّنِينَ، وَإِنَّ الْفَتْرَةَ الَّتِي تَحْتَاجُ إِلَيْهَا الْمَجَرَّةُ حَتَّى يَتَحَوَّلَ مُعْظَمُهَا، أَوْ كُلُّهَا، إِلَى نُجُومٍ وَعَنَاقِيدِ النُّجُومِ لَا تَقِلُّ عَنْ مِلْيَارَاتِ السَّنِينَ. وَتَنْتَظِمُ النُّجُومُ وَعَنَاقِيدُ النُّجُومِ فِي مَسَارَاتٍ حَلَزُونِيَّةٍ، بَدَأَ مِنْ مَرْكَزِ الْمَجَرَّةِ بِاتِّجَاهِ الْأَطْرَافِ، يَتَبَنَّى سَوْدُ الْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ وَالْغَازِ فِي الْأَذْرُعِ الْحَلَزُونِيَّةِ لِلْمَجَرَّةِ.

ثَلَاثُ سَبْروراتٍ أُسَاسِيَّةٍ فُرِضَتْ الْكِيفِيَّةُ الَّتِي جَعَلَتْ الْحَسَاءَ الْأَوَّلِيَّ يَتَخَيَّرُ مُتَحَوِّلاً إِلَى مَجَرَّاتٍ، هِيَ: التَّوَسُّعُ الْكُلِّيُّ لِلْكُونِ أَثْنَاءَ الْانْفِجَارِ الْأَعْظَمِ، وَقُوَّةُ الثَّقَالَةِ وَحَرَكَةُ الْجُسَيْمَاتِ وَالْمُكَوِّنَاتِ الْأَكْبَرِ، وَيَسْتَطِيعُ التَّوَازُنُ الْمُتَغَيِّرُ بَيْنَ هَذِهِ السَّبْروراتِ تَفْسِيرَ صَبْرورةِ الْمَجَرَّاتِ أَجْسَاماً مُحَدَّدَةً مُتَرَابطةً بَدَلًا مِنْ غَازٍ مُتَجَانِسٍ أَوْ حَشْدٍ مِنَ الثُّقُوبِ السُّودِ. فِي هَذِهِ النَّظَرِيَّةِ، تَلْتَحِمُ أَجْسَامٌ صَغِيرَةٌ أَوَّلًا، ثُمَّ تَتَكَثَّلُ مَعًا لِتُشَكِّلَ أَجْسَاماً أَكْبَرَ. وَأَخَذَ الْمُكَوِّنَاتِ الْحَاسِمَةِ فِي النَّظَرِيَّةِ هُوَ الْمَادَّةُ الْخَفِيفَةُ الَّتِي تَبْلُغُ تَوَازُنًا يَخْتَلِفُ عَنْ تَوَازُنِ الْمَادَّةِ الْعَادِيَّةِ.

وَفِي هَذِهِ الْمَرَحَلَةِ مِنْ عُمُرِ الْمَجَرَّةِ، وَهِيَ مَرَحَلَةُ النُّضْجِ، يَتَزَايَدُ تَشَكُّلُ النُّجُومِ فِيهَا. وَعِنْدَمَا تَسْتَنْفِدُ النُّجُومُ وَالْكَوَائِبُ مُعْظَمَ الْغَازِ وَالْغُبَارِ الْكَوْنِيِّينَ مِنَ الْمَجَرَّةِ، تَخْفُ سُرْعَةُ دَوْرَتِهَا الْمِحْوَرِيَّةِ، وَتَنْخَفِضُ الْحَرَارَةُ فِيهَا، وَتَأْخُذُ الْأَذْرُعَةُ اللَّوْلَبِيَّةُ بِالْإِنْضِمَامِ إِلَى جِسْمِ الْمَجَرَّةِ الَّذِي انْتَبَقَتْ عَنْهُ، وَتَعُودُ الْمَجَرَّةُ إِلَى شَكْلِهَا الْعَدَسِيِّ الَّذِي كَانَتْ عَلَيْهِ قَبْلَ بُرُوزِ أَذْرُعَةِ لَهَا، وَيَصْبِحُ تَشَكُّلُ نُجُومٍ جَدِيدَةٍ فِيهَا أَمْرًا نَادِرًا، إِذْ تَكُونُ الْمَجَرَّةُ قَدْ دَخَلَتْ مَرَحَلَةَ الشَّيْخُوخَةِ؛ ثُمَّ يَزْدَادُ انْخِفَاضُ الْحَرَارَةِ فِي الْمَجَرَّةِ، وَتَخْفُ سُرْعَةُ الدَّوْرَانِ الْمِحْوَرِيِّ فِيهَا أَكْثَرَ فَأَكْثَرَ، فَتَقَارِبُ الْأَطْرَافُ مِنَ الْمَرْكَزِ، لِتَتَّخِذَ الْمَجَرَّةُ عِنْدَهَا شَكْلًا بَيْضَوِيًّا أَقْرَبَ مَا يَكُونُ إِلَى الْكُرَةِ، وَيَتَوَقَّفُ تَشَكُّلُ النُّجُومِ فِيهَا

تَشْرِيحَ مَجَرَّةٍ

تَحْتَوِي مَجَرَّةٌ حَلَزُونِيَّةٌ نَمُوذَجِيَّةٌ 100 بليون نجم، مَعْظَمُهَا مَوْجُودٌ فِي أَفْرَاصِ مُفْلَطَةٍ، وَيُوجَدُ قَرَبَ الْمَرْكَزِ انْتِفَاحٌ نَجْمِيٌّ. أَمَّا فِي الْمَرْكَزِ نَفْسِهِ، فَيُوجَدُ عَادَةً ثُقْبٌ أَسْوَدٌ فَائِقُ الْكُتْلَةِ، وَإِذَا كَانَ الثُّقْبُ يَقُومُ بِالتَّهَامِ مَا حَوْلَهُ بِنَشَاطٍ، فَإِنَّ الْمَادَّةَ الدَّاخِلَةَ فِيهِ تُكَوِّنُ قُرْصَ تَنَامٍ accretion disk أَوْ يَقْدَفُ بِهَا خَارِجاً عَلَى هَيْئَةِ دَفْقَةٍ. وَإِذَا كَانَتِ الْمَجَرَّةُ تَمُرُّ بِطُورِ انْفِجَارٍ نَجْمِيٍّ، فَإِنَّ الْغَازَ الْمُتَخَلِّخِلَ يَتَحَوَّلُ إِلَى نُجُومٍ بِمَعْدَلٍ عَالٍ، وَعَلَى مَدَى سِنِينَ، ظَنُّ الْفَلَكِيِّونَ أَنَّهُ لَيْسَ ثِمَةً عِلَاقَةٌ بَيْنَ الثُّقْبِ الْأَسْوَدِ وَالْانْفِجَارِ النَجْمِيِّ، وَقَدْ كَانُوا عَلَى خَطَأٍ.

قُرْصُ مَجْرِي



عَدَدُ الْمَجَرَّاتِ

لَقَدْ قَدَّرَ الْفَلَكِيُّ (هَابِلُ)، بَعْدَ رَصْدِهِ الطَّوِيلِ لِلْمَجَرَّاتِ، بِأَنَّ عَدَدَ مَا يُمَكِّنُ رَصْدَهُ مِنْهَا حَتَّى الْيَوْمِ يُعَادِلُ (100) أَلْفَ مِلْيُونِ مَجَرَّةٍ، بَيْنَمَا يَرَى بَعْضُ عُلَمَاءِ الْفَلَكِ الْآخَرِينَ، وَمِنْهُمْ

تَنْشَأُ حَوْلَ النُّجُومِ وَمِنْ مُخْلَفَاتِهَا، مِنَ الْغَازِ وَالْعُبَارِ الْكُؤُوبِيِّينَ، دَوَامَاتٌ صَغِيرَةٌ تَتَحَوَّلُ إِلَى أَجْسَامٍ كُرَوِيَّةٍ، يُؤَدِّي تَصَادُمُ دَرَاتِهَا إِلَى تَكَاثُفِهَا وَارْتِفَاعِ حَرَارَتِهَا دُونَ أَنْ تَصِلَ إِلَى الْحَدِّ الَّذِي يُؤَدِّي إِلَى تَشَكُّلِ تَفَاعُلٍ نَوَوِيٍّ فِيهَا كَمَا حَدَثَ فِي الْكُتْلِ الضَّخْمَةِ الَّتِي كَوَّنَتِ النُّجُومَ؛ لِذَا تَظَلُّ هَذِهِ الْأَجْسَامُ الْكُرَوِيَّةُ، بَعْدَ انْتِهَاءِ تَشَكُّلِهَا، مُعْتَمَةً، وَتَدُورُ فِي فَلَكٍ أَقْرَبَ نَجْمٍ إِلَيْهَا، مُؤَلَّفَةً الْكَوَاكِبَ؛ وَعَلَى غِرَارِ ذَلِكَ، تَتَشَكَّلُ التَّوَابِعُ الَّتِي تَتَّبِعُ تِلْكَ الْكَوَاكِبَ مِنْ أَقْمَارٍ وَحَلَقَاتٍ.

مَسَافَةَ (13) مِلْيُونِ سَنَةٍ ضَوْئِيَّةٍ كَمَجَرَّةِ NGC 253. وَبَعْضُهَا يَبْعُدُ عَنَّا مَسَافَةَ (4) مِلْيَايْنِ سَنَةٍ ضَوْئِيَّةٍ كَمَجَرَّةِ وَحِيدِ الْقَرْنِ. أَمَّا الْمَجَرَّاتُ الَّتِي اكْتُشِفَتْ حَدِيثًا فِي أَقْصَى بُعْدٍ بَلَغَهُ رَصْدُ الْمَرَاصِدِ الْفَلَكِيَّةِ، فَقَدْ تَبَيَّنَ أَنَّ بُعْدَ بَعْضِهَا عَنَّا يَصِلُ إِلَى (13) مِلْيَارِ سَنَةٍ ضَوْئِيَّةٍ، بَيْنَمَا يَصِلُ بُعْدُ بَعْضِهَا الْآخَرِ إِلَى (8 - 10) مِلْيَارَاتٍ مِنَ السَّنِينَ الضَّوئِيَّةِ. وَلَمَّا كَانَ لِهَذِهِ الْمَجَرَّاتِ وَضْعُهَا الْخَاصُّ فَقَدْ دُعِيََتْ بِـ GRB 050904.

تَصْنِيفُ الْمَجَرَّاتِ

صَنَّفَ الْفَلَكِيُّ (هَابِل) الْمَجَرَّاتِ فِي ثَلَاثِ زُمَرٍ أَسَاسِيَّةٍ :

1300 NGC (حَلَزُونِيَّةٌ قَضِيبِيَّةٌ).

(ن.ي. مايل) مُدِيرُ مَرَصِدِ (كِت بِيك)، وَ(ك. د. شين) مُدِيرُ مَرَصِدِ (لِيك)، وَ(هَارْلُو شِيْبِلِي) مُدِيرُ مَرَصِدِ (هَارْفَارْد)، أَنَّ عَدَدَ الْمَجَرَّاتِ فِي الْكَوْنِ حَوَالِي (600) أَلْفِ مِلْيُونِ مَجَرَّةٍ، بَعْضُهَا كَبِيرُ الْحَجْمِ وَبَعْضُهَا الْآخَرُ صَغِيرٌ. وَأَنَّ كُلًّا مِنْ تِلْكَ الْمَجَرَّاتِ يَضُمُّ وَسَطِيًّا مَا لَا يَقِلُّ عَنْ (1000) مِلْيُونِ نَجْمٍ، كَمَا يَضُمُّ مِنَ الْكَوَاكِبِ أَكْثَرَ مِنْ ذَلِكَ الْعَدَدِ. وَيَرَوْنَ أَنَّ ضَوْءَ نُجُومٍ بَعْضُهَا وَصَلْنَا بَعْدَ أَنْ قَطَعَ مَسَافَةَ (2) مِلْيُونِي سَنَةٍ ضَوْئِيَّةٍ كَمَا هُوَ الْحَالُ فِي نُجُومِ مَجَرَّةِ الْمَرْأَةِ الْمُسْلَسَلَةِ وَنُجُومِ الْمَجَرَّةِ M33. وَهَاتَانِ الْمَجَرَّاتَانِ هُمَا أَقْرَبُ مَجَرَّاتِ الْكَوْنِ إِلَيْنَا. بَيْنَمَا نَجِدُ مَجَرَّاتٍ أُخْرَى عَلَى أَبْعَادٍ سَحِيقَةٍ مِنَ الْأَرْضِ تَبْعُدُ عَنَّا



5128 NGC (إِهْلِيلِيَّةٌ)

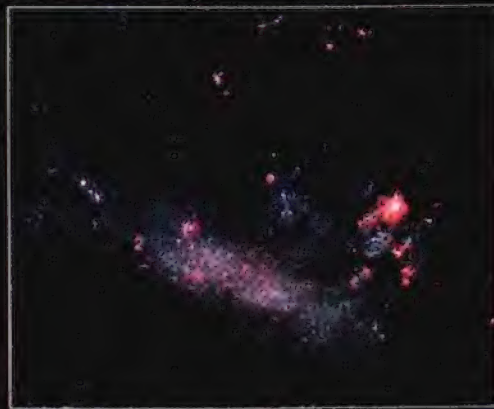


1073 NGC

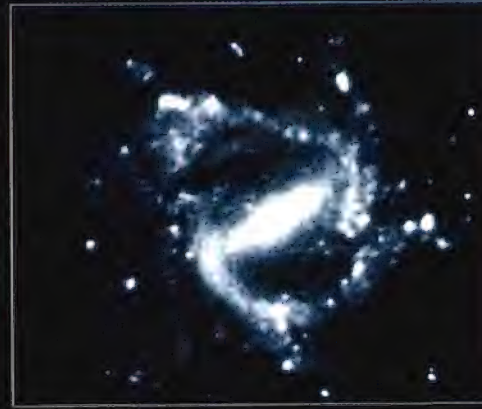
(حَلَزُونِيَّةٌ قَضِيبِيَّةٌ)



الْمَرْأَةُ الْمُسْلَسَلَةُ (حَلَزُونِيَّةٌ)



سَحَابَاتَا مَا جَالَانِ (غَيْرُ مُنْتَظِمَةٍ)



3031 NGC (حَلَزُونِيَّةٌ)

نَجِدُ فِيهَا مَعَالِمَ مُمَيَّزَةٍ تُمَكِّنُنَا مِنْ إِدْرَاجِهَا تَحْتَ شَكْلِ مِنْ
الْأَشْكَالِ الْهَنْدَسِيَّةِ الَّتِي نَعْرِفُهَا، كَمَا أَنَّ قَوَامَهَا لَا يَزَالُ مُؤَلَّفًا
مِنْ سَحَابَةٍ ضَخْمَةٍ مُضْطَرِبَةٍ مِنَ الْغَازِ وَالْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ، وَقَدْ
نَجِدُ فِي بَعْضِهَا مَا يُشَبِّهُ الْمِحْوَرَّ الْمَرْكَزِيَّ، أَوْ نُوَيَّاتِ نُجُومٍ،
وَضِمْنِ الْحَرَكَةِ الْمُضْطَرِبَةِ فِي كُنُتِهَا، تَحْدُثُ انْكِمَاشَاتٍ فِي
أَجْزَاءِ مِنْهَا، تَتَوَلَّدُ - أحيانًا - عَنْهَا مَجْمُوعَاتٌ مِنَ النُّجُومِ.

وَلَا تَلْبُثُ مِثْلُ هَذِهِ الْمَجَرَّاتِ، بِفِعْلِ الْحَرَارَةِ الْمُتَزَايِدَةِ
فِيهَا، وَالَّتِي تُوَدِّي إِلَى دَوْرَانِهَا دَوْرَانًا مُتَزَايِدًا، أَنْ تَتَحَوَّلَ
إِلَى شَكْلِ كُرْوِيِّ. وَمَعَ ازْدِيَادِ سُرْعَةِ الْحَرَكَةِ الْمِحْوَرِّيَّةِ
وَنُشُوءِ قُوَّةٍ نَابِذَةٍ فِي وَسْطِهَا، نَجِدُهَا تَتَحَوَّلُ إِلَى مَجَرَّةٍ
بَيَضَوِيَّةٍ يَزْدَادُ تَسْطُّحُهَا حَتَّى تَأْخُذَ شَكْلًا عَدَسِيًّا. وَحَتَّى
هَذِهِ الْمَرْحَلَةَ، تَكُونُ الْمَجَرَّةُ فِي شَرْخِ شَبَابِهَا، حَيْثُ تُلَاقِي
النُّجُومَ أَفْضَلَ ظَرْفٍ مُسَاعِدٍ عَلَى تَشَكُّلِهَا، بِسَبَبِ وَفَرَةِ
الْغَازِ وَالْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ بِالإِضَافَةِ إِلَى دَرَجَاتِ الْحَرَارَةِ الْهَائِلَةِ
الَّتِي تَكُونُ الْمَجَرَّةُ قَدْ بَلَغَتْهَا. وَحَسَبَ تَقْدِيرِ (هابل)،
فَإِنَّ مِثْلَ هَذِهِ الْمَجَرَّاتِ لَا تُشَكَّلُ الْآنَ أَكْثَرَ مِنْ (3 %) مِنْ
مَجْمُوعِ الْمَجَرَّاتِ.

وَالْمَجَرَّاتُ الْقَزِمَةُ هِيَ مَجَرَّاتٌ تَكُونُ قَرِيبَةً مِنَ الْمَجَرَّاتِ
الْكَبِيرَةِ، وَيَكُونُ مُعَدَّلُ تَشَكُّلِ النُّجُومِ فِيهَا أَسْرَعَ مِنْ مُعَدَّلِ
تَكُونِهَا فِي الْمَجَرَّةِ الْكَبِيرَةِ بَعْدَةَ مَرَّاتٍ.

وَتَقْضِي الْمَجَرَّاتُ الْقَزِمَةُ مِلَّيَيْنِ السَّنِينَ فِي حَالَةِ سُباتٍ،
ثُمَّ تَحْدُثُ فِيهَا انْدِفَاعَاتٌ نِجْمِيَّةٌ عَنِيفَةٌ قَصِيرَةُ الْأَمَدِ. وَتَتَضَمَّنُ
هَذِهِ الْمَجَرَّاتُ مَفَاتِيحَ لِحَلِّ الْغَازِ التَّارِيخِ الْمُبَكِّرِ لِلْكُونِ، إِنَّهَا
بَقَايَا مُتَخَلِّفَةٌ مِنْ زَمَنِ قَدِيمِ الْعَهْدِ، وَتَتَكَوَّنُ مِنْ مَادَّةٍ لَمْ تَتَغَيَّرْ
إِلَّا قَلِيلًا مُنْذُ حُدُوثِ الضَّرْبَةِ الْكُبْرَى أَوْ الْإِنْفِجَارِ الْأَعْظَمِ.

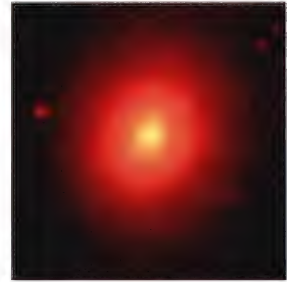
أَشْهُرُ مَجَرَّتَيْنِ قَزِمَتَيْنِ هُمَا السَّحَابَتَانِ الْمَاجِلَانِيَّتَانِ الْكَبِيرَتَانِ
وَالصَّغِيرَتَانِ اللَّتَانِ تَبْدَوَانِ سَاطِعَتَيْنِ، بِسَبَبِ قُرْبِهِمَا النَّسْبِيِّ مِنْ
مَجَرَّتِنَا (دَرْبِ التَّبَانَةِ).

المجرات غير المنتظمة



مجرة غير منتظمة
M82

الأنواع القزمية



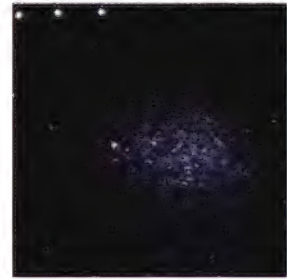
مجرة إهليلجية
M32



مترابضة زرقاء
VII Zw 403



سحابة ماجلانية
صغيرة، غير منتظمة



مجرة كروانية
Leol

1. مَجَرَّاتٌ غَيْرُ مُنْتَظَمَةٍ الشَّكْلِ (I.R.R.S)

(الْمَجَرَّاتُ الْقَزِمَةُ):

وَهِيَ الْمَجَرَّاتُ الَّتِي تَكُونُ فِي بَدَايَةِ تَكُونِهَا، لِذَا لَا

2. المَجَرَّاتِ الحَلَزُونِيَّةُ S.S. :

وَتَشَكُّلُ نِسْبَتُهَا (80%) مِنْ مَجَرَّاتِ الكَوْنِ، وَمِثْلُهَا مَجَرَّتُنَا (دَرْبُ التَّبَّانَةِ)، وَكَذَلِكَ المَجَرَّةُ الَّتِي تُدْعَى (M31) وَالْمَوْجُودَةُ فِي كَوَكَبَةِ المَرْآةِ المُسَلَّسَةِ. وَهِيَ تَبْدُو كَدَوَامَاتٍ نَارِيَّةٍ هَائِلَةٍ.

وَتَمْتَّازُ بِثَلَاثَةِ أَجْزَاءٍ مُحَدَّدَةٍ هِيَ :

أ. مَحْوَرٌ مَرْكَزِيٌّ مِغْزَلِي الشَّكْلِ.

ب. هَالَةٌ مِنَ النُّجُومِ وَعَنَاقِيدِ النُّجُومِ تُحِيطُ بِالمَحْوَرِ عَلَى شَكْلِ كُرَةٍ.

ج. قُرْصٌ يُحِيطُ بِالمَحْوَرِ وَبِالهَالَةِ عِنْدَ حَظِّ اسْتِوَاءِ المَجَرَّةِ وَيَنْتَهِي بِأَذْرُعٍ حَلَزُونِيَّةٍ.

وَقَدْ تَكُونُ المَجَرَّةُ الحَلَزُونِيَّةُ عَلَى شَكْلِ آخَرٍ، إِنَّمَا لَهَا أَيْضاً ثَلَاثَةُ أَجْزَاءٍ مُحَدَّدَةٍ هِيَ :

أ. مَحْوَرٌ مَرْكَزِيٌّ عَلَى شَكْلِ عَصَا أَوْ لِفَافَةٍ تَبَعٍ.

ب. هَالَةٌ مِنَ النُّجُومِ وَعَنَاقِيدِ النُّجُومِ تُحِيطُ بِوَسَطِ المَحْوَرِ عَلَى شَكْلِ كُرَةٍ.

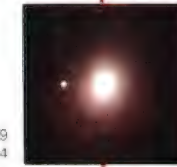
ج. ذِرَاعَانِ حَلَزُونِيَّانِ، أَوْ أَكْثَرُ، يَمْتَدَّانِ مِنْ نِهَائِيَةِ المَحْوَرِ. وَتَكُونُ الكُتْلَةُ المَرْكَزِيَّةُ أَكْثَرَ تَوَهُّجاً مِنْ بَقِيَّةِ أَجْزَاءِ المَجَرَّةِ، إِذْ يَبْدُو نُورُهَا سَاطِعاً، تَنْطَلِقُ مِنْهُ أَجْسَامٌ مُتَوَقِّدَةٌ تُشْبِهُ الشَّرَرِ. وَمِنْ هَذَا النُّوعِ، المَجَرَّةُ المَعْرُوفَةُ بِاسْمِ (مَجَرَّةِ مَاجِلَانِ) وَالَّتِي يُعْتَقَدُ أَنَّهَا فِي طَرِيقِهَا إِلَى التَّحَوُّلِ لِتُصْبِحَ فِي عِدَادِ المَجَرَّاتِ اللَّوَلِيَّةِ مِنَ النَّمَطِ الأوَّلِ العَدَسِيِّ ذِي الأَذْرُعِ اللَّوَلِيَّةِ المُتَعَدِّدَةِ.

وَقَدْ بَيَّنَّتِ الدَّرَاسَاتُ أَنَّ تَشَكُّلَ الأَذْرُعِ اللَّوَلِيَّةِ فِي المَجَرَّاتِ نَاشِئٌ عَنْ تَدْفِقِ الغَازِ مِنَ الوَسَطِ بِاتِّجَاهِ الأَطْرَافِ، بِسَبَبِ الدَّوْرَةِ المَحْوَرِيَّةِ لِلْمَجَرَّةِ، وَأَنَّ النُّجُومَ الَّتِي تَتَشَكَّلُ فِي تِلْكَ الأَذْرُعِ تَحْتَلِفُ عَنِ النُّجُومِ الَّتِي تَتَشَكَّلُ حَوْلَ المَحْوَرِ، إِذْ تَتَغَيَّرُ دَرَجَةُ لَمْعَانِ نُجُومِ الأَذْرُعِ بِصُورَةٍ دَوْرِيَّةٍ، وَقَدْ دَعَا (هَابِل) مِثْلَ هَذِهِ النُّجُومِ بِاسْمِ (القَيْفَاوِيَّاتِ) أَوْ (المُتَغَيَّرَاتِ)، كَمَا دَعَا مِثْلَ هَذِهِ المَجَرَّاتِ بِالمَجَرَّاتِ النَّاصِجَةِ.

المَجَرَّاتِ الإِهْلِيلِيَّةِ



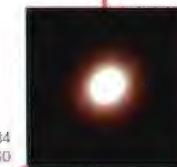
M89
E0



M49
E4

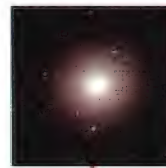


M110
E5



M84
S0

المَجَرَّاتِ الحَلَزُونِيَّةِ العَادِيَةِ



NGC 7217
Sa



NGC 4622
Sb



M51
Sc

المَجَرَّاتِ الحَلَزُونِيَّةِ القُضْبِيَّةِ



NGC 660
SBa

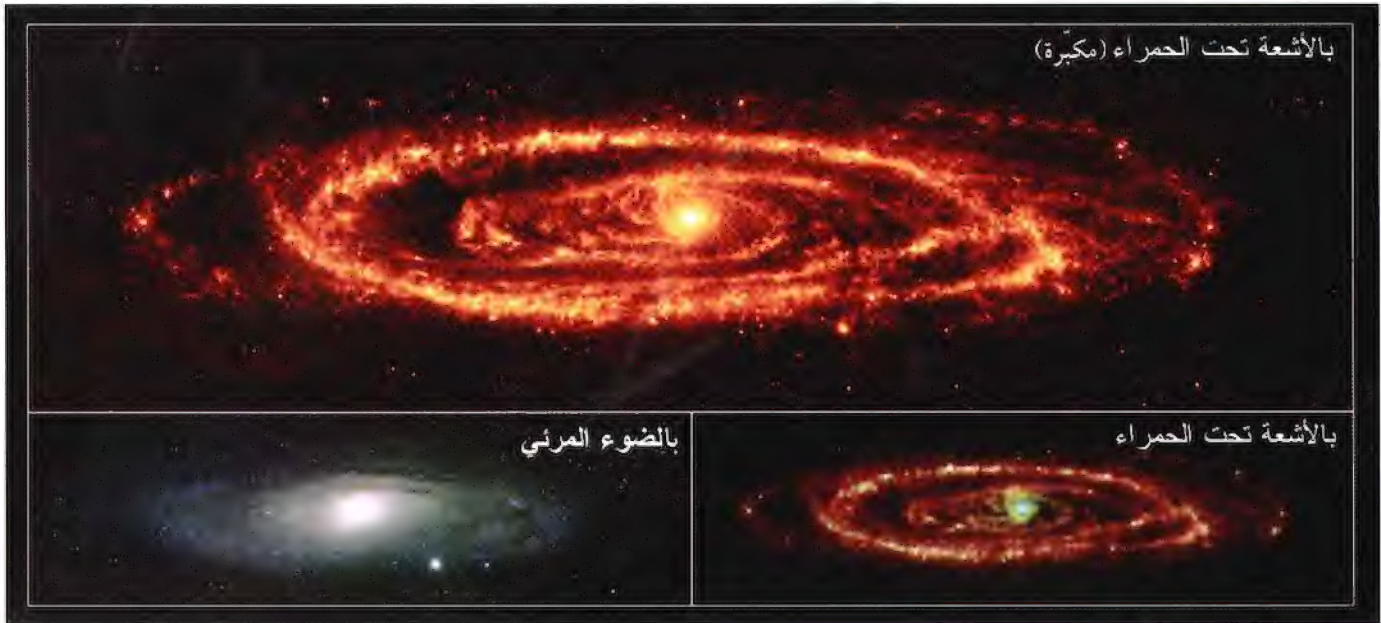


NGC 7479
SBb



M58
SBc

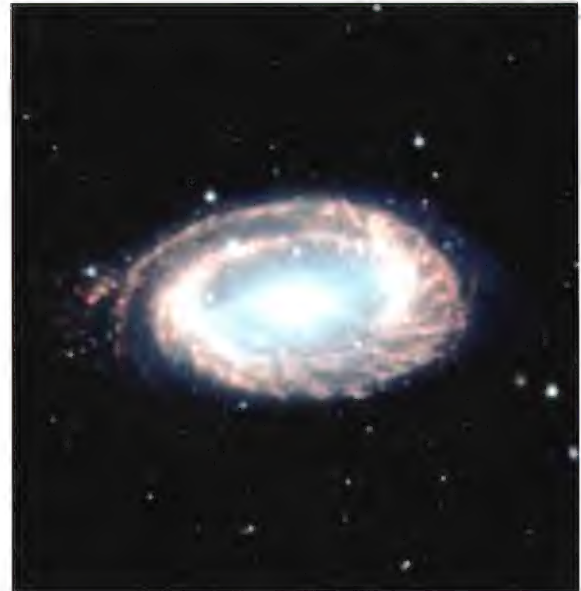
يُصَنَّفُ الفَلَكِيُونُ المَجَرَّاتِ بِاسْتِخْدَامِ طَرِيقَةِ التَّصْنِيفِ المَعْرُوفَةِ بِاسْمِ «الشُّوْكَةِ الرَّنَانَةِ» Tuning fork الَّتِي طَوَّرَهَا الفَلَكِيُّ الأَمْرِيكِيُّ هَابِلُ فِي عَشْرِينَاتِ القَرْنِ العِشْرِينَ، تَأْتِي المَجَرَّاتُ وَفْقاً لِهَذِهِ المَنْظُومَةِ فِي ثَلَاثِ فَنَائِتٍ أَسَاسِيَّةٍ: إِهْلِيلِيَّةٍ (مُمَثَّلَةٌ بِبِدِ الشُّوْكَةِ المَبِينَةِ فِي الشَّكْلِ الأَيْسَرِ)، وَحَلَزُونِيَّةٍ (مُمَثَّلَةٌ بِشُعْبَتِي الشُّوْكَةِ)، وَغَيْرُ مُنْتَظِمَةٍ (المَبِينَةُ أَذْنَاهُ فِي الشَّكْلِ الأَيْمَنِ). أَمَّا المَجَرَّاتُ الصَّغِيرَةُ وَالمَعْرُوفَةُ بِالمَجَرَّاتِ القَزْمِيَّةِ، فَلَهَا تَصْنِيفُهَا المُبْتَهَمُ الخَاصُّ بِهَا.



المجرة (M31) الموجودة في كوكبة المرأة المسلسلة.

3. المجرات البَيضَوِيَّةُ E. S. :

ونسبتهـا (17 %) من مجرات الكون. تكون على شكل كُرّة مُفلطحة بعض الشيء، وقد تزداد فِلَطَحَتُها ممّا يجعلها عَدَسِيَّةَ الشَّكْلِ.



في آب من عام 2003م، كَشَفَ تلسكوب الفضاء سبيتزر (الذي يُصوّر بالأشعة تحت الحمراء) عن وجود مجرة حلزونية ذات ذراع واحد تُسمى NGC 4725 والموجودة في كوكبة الدّوابة، وهي تبعد 41 مليون سنة ضوئية عن الأرض.

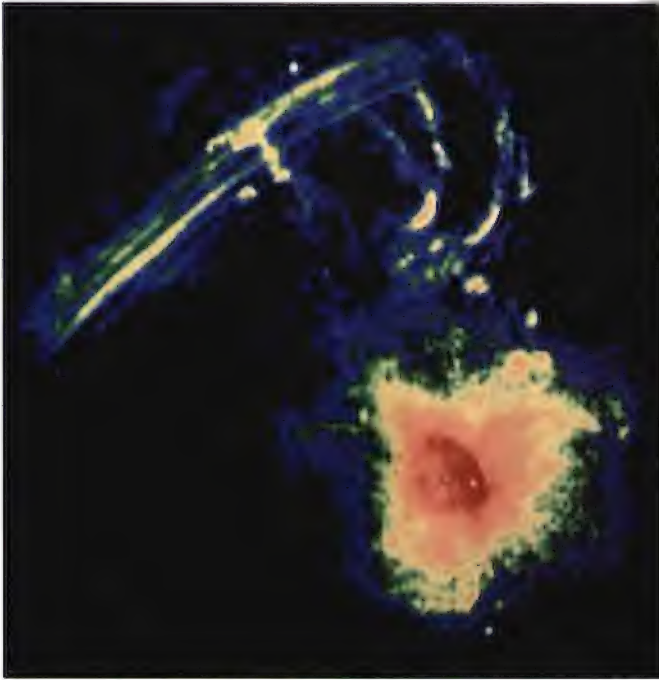
ولِهذه المجرات محورٌ يَطيّف به عددٌ زاحِرٌ من النُّجوم في بعضِها، بينما تكون محدودة العدد في بعضِها الآخر. وقد دَلَّتْ دِرَاسَةُ هذا النوع من المجرات على أنّها مجرات اندفعَ ما تَبَقَّى في أَذْرُعِها من غازٍ وغبارٍ كَوْنِيٍّ بِاتِّجَاهِ قُرْصِ المجرة المُحيطِ بِالهالة والمُحَوَّرِ، بعد أن اسْتَنَفَدَتِ النُّجومُ التي تَشَكَّلَتْ في تلك الأذرعِ مُعْظَمَ الغازِ والغبارِ اللَّذَيْنِ كَانَا فِيهَا. وقد بَيَّنَ رَصْدُ هذه المجرات أَنَّهُ لَا يَرَالُ في بعضِها خُطوطٌ قاتِمةٌ، مُؤَلَّفةٌ من غازٍ وغبارٍ كَوْنِيٍّ كَثِيفَيْنِ، مُتَشَرِّةٌ في المَرَكِزِ وَحَوْلَهُ، ممّا يَدُلُّ على إمكانيَّةِ نُشوءِ نُجومٍ جَدِيدَةٍ في مِثْلِ هذه المجرات التي تُعَبَّرُ شائخةً، والتي لَا تَلْبَثُ أَنْ تَتَحَوَّلَ إلى مجراتٍ بَيضَوِيَّةٍ هَرِمَةٍ.

أَبْعَادُ الْمَجَرَّاتِ

يَزِيدُ طُولُ بَعْضِ الْمَجَرَّاتِ على (100) أَلْفِ سَنَةٍ ضَوْئِيَّةٍ، كَمَا يَزِيدُ عَرْضُهَا على (15) أَلْفِ سَنَةٍ ضَوْئِيَّةٍ؛ تِلْكَ هِيَ الْمَجَرَّاتُ الْكَبِيرَةُ فِي كَوْنِنَا، وَمِنْهَا مَجَرَّتُنَا؛ وَهِيَ تُشَكِّلُ النِّسْبَةَ الْأَقْلَى بَيْنَ مَجْمُوعِ الْمَجَرَّاتِ. أمّا مُعْظَمُ مَجَرَّاتِ الْكَوْنِ، فَلَهَا أَبْعَادُ دُونَ ذَلِكَ وَبِكَثِيرٍ أَحْيَانًا.

تَرْكِيبُ الْمَجَرَّاتِ

عَلَى الرَّغْمِ مِنْ أَنَّ الْغَازَ وَالْغُبَارَ الْكَوْنِيَّيْنِ هُمَا اللَّذَانِ يُشْكَلَانِ تَرْكِيبَ جَمِيعِ مَجَرَّاتِ الْكَوْنِ، إِلَّا أَنَّ قَلَّةً مِنْهَا يَغْلِبُ عَلَى تَرْكِيبِهَا الْغُبَارُ الْكَوْنِيُّ، الْأَمْرُ الَّذِي يَجْعَلُهَا قَاتِمَةً أَوْ مُظْلِمَةً تَمَامًا، تَحْجُبُ كَامِلًا مَا يَكُونُ خَلْفَهَا مِنْ نُجُومٍ وَمَجَرَّاتٍ. وَمِنْ الْمَجَرَّاتِ مَا يَضُمُّ فِي نَتَائِجِهَا مَنَاطِقَ زَاخِرَةً بِالْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ، تَبْدُو عَلَى شَكْلِ بُقْعٍ أَوْ خُطُوطٍ سَوْدَاءٍ أَوْ مُعْتَمَةِ، وَتُعْتَبَرُ مِثْلُ تِلْكَ الْبُقْعِ أَوْ الْخُطُوطِ ذُخْرًا كَبِيرًا لِلْمَادَّةِ الَّتِي تَتَأَلَّفُ مِنْهَا النُّجُومُ، لِذَا تُدْعَى مِثْلُ تِلْكَ الْمَجَرَّاتِ (حَاضِنَةُ النُّجُومِ) وَمِنْهَا الْمَجَرَّةُ أَوْ السَّيِّمُ ذُو الْقَنَوَاتِ الثَّلَاثِ، وَالْمَجَرَّةُ أَوْ السَّيِّمُ الْمَدْعُو (رُوزِيتُ أَوْ الْوَرْدَةُ)، وَالْمَجَرَّةُ الْقَائِمَةُ عِنْدَ النَّجْمِ الْأَوْسَطِ مِنْ سَيِّفِ (كَوَكَبَةِ الْجَبَّارِ). وَهُنَاكَ سُدَّامٌ غَازِيَّةٌ لَمْ تَتَحَوَّلْ بَعْدُ إِلَى مَجَرَّاتٍ كَمَا هُوَ الْحَالُ فِي سَيِّمِ (النَّقَابِ).



صُورَةٌ رَادِيَوِيَّةٌ لِمَرْكَزِ الْمَجَرَّةِ حَيْثُ تُشِيرُ الدَّوَائِرُ الْمُتَّحِدَةُ الْمَرْكَزَ إِلَى مُسْتَوِيَّاتٍ شِدَّةً مُصَدِّرَةٍ هَائِلٍ لِلطَّاقَةِ وَ الْحَرَارَةِ، قَدْ يَكُونُ سَبَبُ ذَلِكَ ثِقَبٌ أَسْوَد.



الْمَجَرَّةُ الْبَيْضَوِيَّةُ M84
الَّتِي يُقَدَّرُ قَطْرُهَا بِـ (25000) سَنَةِ ضَوْئِيَّةٍ
وَبُعْدُهَا عَنَّا بِـ (42) مِلْيُونِ سَنَةِ ضَوْئِيَّةٍ



الْمَجَرَّةُ الْبَيْضَوِيَّةُ M87
الْوَاقِعَةُ فِي كَوَكَبَةِ بُرْجِ الْعَلَمَاءِ



الْمَجَرَّةُ الْحِلْزَوِيَّةُ M83

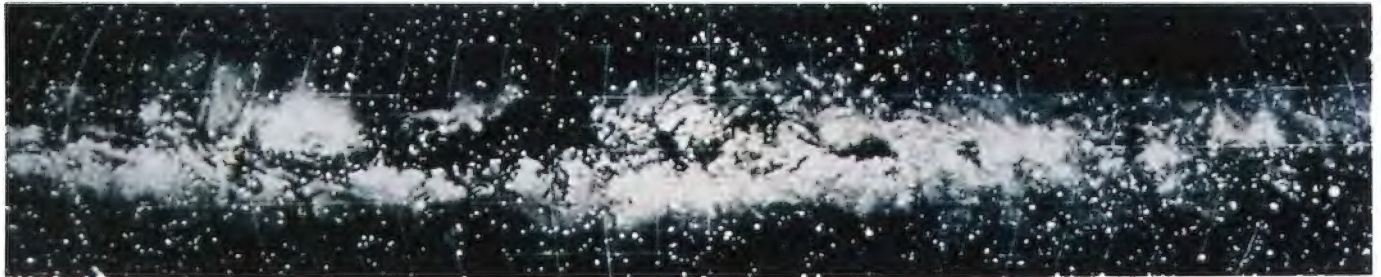


تُشَبِّه دَوْرَةُ الْغَازِ فِي الْمَجَرَّةِ دَوْرَةَ الْمَاءِ عَلَى الْأَرْضِ، يَقُومُ الْوَسْطُ الْبَيْنَجَمِيُّ بِدَوْرِ الْغُلَافِ الْحَوِيِّ وَتَتَكَثَّفُ النُّجُومُ، وَمِنْ ثَمَّ تَعُودُ فَتَنْبَحِرُ، وَتَقُومُ النُّجُومُ الْأَعْظَمُ كِتْلَةً بِإِمْدَادِ الْوَسْطِ بِالطَّاقَةِ وَإِنَارَتِهِ، وَتَمَاماً مِثْلَمَا تَفْقَدُ الْكُرَّةُ الْأَرْضِيَّةُ مَوَادَّ إِلَى الْفَضَاءِ بَيْنَ الْكَوْكَبِ (وَتَكْتَسِبُ مَوَادَّ مِنْهُ) تَقُومُ الْمَجَرَّاتُ أَيْضاً بِتَبَادُلِ الْمَوَادِّ مَعَ الْفَضَاءِ بَيْنَ الْمَجَرَّاتِ.

مَجَرَّتُنَا (دَرْبُ التَّبَانَةِ)

بِالِإِضَافَةِ إِلَى تَوَابِعِ تِلْكَ الْكَوَاكِبِ مِنْ أَقْمَارٍ وَحَلَقَاتٍ، كَمَا تَضُمُّ مِلْيَارَاتٍ مِنَ الْمُدَنَّبَاتِ وَالنَّيَّازِكِ وَالشُّهُبِ. وَالنَّاطِرُ إِلَيْهَا جَانِبِيًّا يَرَاهَا عَدَسِيَّةَ الشَّكْلِ، أَمَّا النَّاطِرُ إِلَيْهَا مِنَ الْأَعْلَى فَيَرَاهَا عَلَى شَكْلِ قُرْصٍ بَيَضَوِيٍّ تَنْتَهِي حَافَتُهُ بِأَذْرَعٍ لَوْلَبِيَّةٍ.

(الطَّرِيقُ اللَّبَنِيَّةُ) Milky Way هِيَ الْمَجَرَّةُ الَّتِي تَضُمُّ الْمُنْظُومَةَ الشَّمْسِيَّةَ، وَمِنْهَا أَرْضُنَا، كَمَا تَضُمُّ (1000) مِليُونِ نَجْمٍ بَعْضُهَا مِثْلُ شَمْسِنَا، وَبَعْضُهَا يَفُوقُ شَمْسِنَا حَجْماً بِمِلايِينَ الْمَرَّاتِ، كَمَا يَفُوقُهَا حَرَارَةً وَنُوراً، وَتَضُمُّ قَدْرًا مِنَ الْكَوَاكِبِ، يُعْتَقَدُ أَنَّهُ يَفُوقُ عِدَدَ النُّجُومِ عِدَّةَ مَرَّاتٍ،

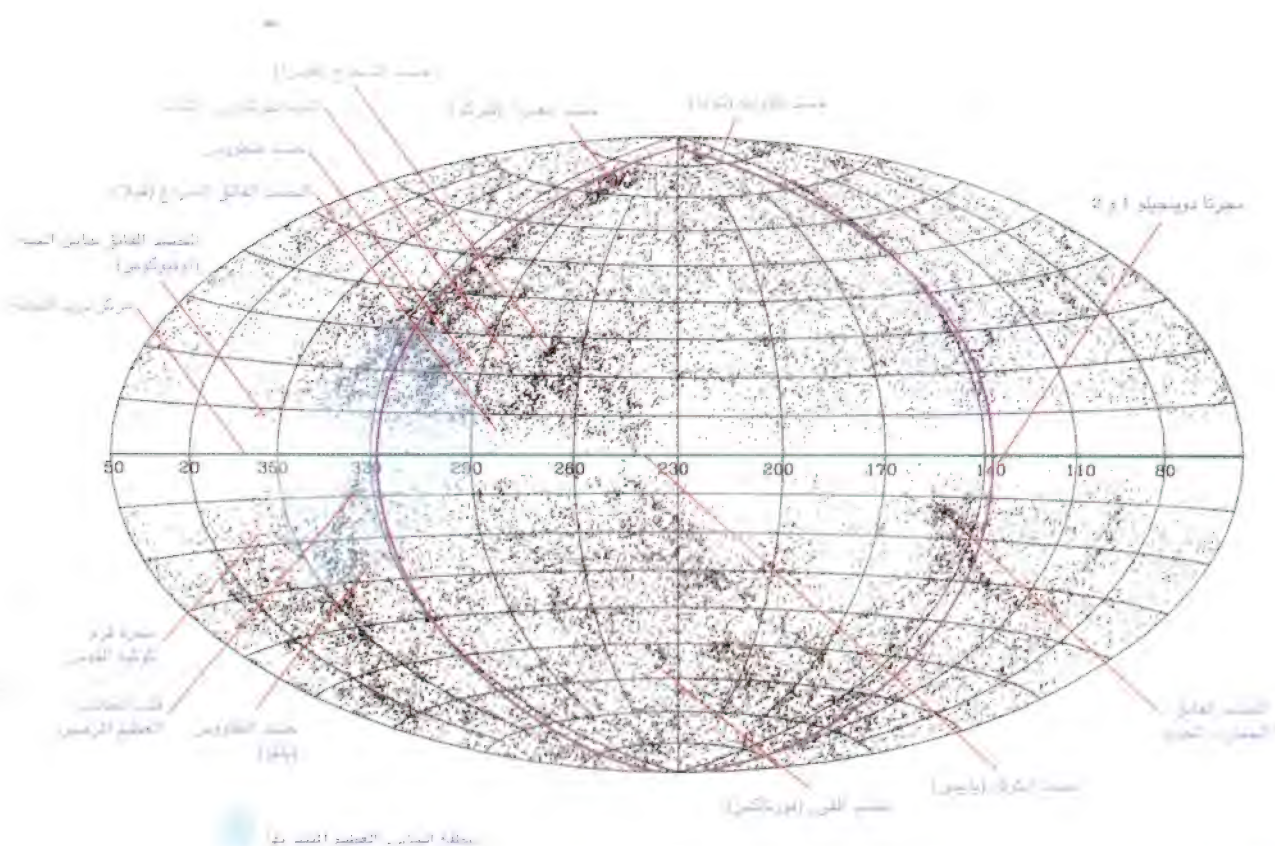


الطريق اللبنية

يُقَدَّر طُولُ الْمَجَرَّةِ بِـ (100) أَلْفِ سَنَةٍ ضَوْئِيَّةٍ ،
وَعَرْضُهَا بِـ (16) أَلْفِ سَنَةٍ ضَوْئِيَّةٍ ، تَدُورُ حَوْلَ نَفْسِهَا
بِسُرْعَةٍ فَائِقَةٍ ، أَشَدُّهَا يَكُونُ عِنْدَ أَطْرَافِهَا ، حَيْثُ تُقَدَّرُ
بِـ (1) مِلْيُونِ كِيلُومِترٍ فِي السَّاعَةِ الْوَاحِدَةِ ، وَيُوَدِّي
دَوْرَانَهَا حَوْلَ نَفْسِهَا إِلَى تَدْفُقِ الْغَازِ وَالْآتِرَةِ الْكَوْنِيَّةِ
مِنَ الْمَرْكَزِ نَحْوَ الْأَطْرَافِ ، تَتَرَكَّزُ حَوْلَ الْمِحْوَرِ
الْمَرْكَزِيِّ نُجُومٌ هَرَمَةٌ ذَاتُ نُورٍ أَحْمَرٍ ، بَيْنَمَا تَتَرَكَّزُ
النُّجُومُ الْفَتِيَّةُ ذَاتُ النُّورِ الْأَزْرَقِ السَّاطِعِ فِي الْأَطْرَافِ
وَفِي الْأَذْرَعَةِ اللَّوَلِيَّةِ . وَرَغْمَ سُرْعَةِ دَوْرَانِ الْمَجَرَّةِ
حَوْلَ نَفْسِهَا ، فَقَدْ تَبَيَّنَ أَنَّهَا تَحْتَاجُ إِلَى مُدَّةِ (250)
مِلْيُونِ سَنَةٍ لِتَمَّ تِلْكَ الدَّوْرَةَ .



مَجَرَّتْنَا ذَرَبَ النَّبَاةِ وَهِيَ تُوَاخِهُ بُرْجُ الْقَوْسِ، وَيَمُرُّ أَقَامَتَهَا قَمَرٌ صُنْعِيٌّ (الْخَطُّ الْأَبْيَضُ).



300000 مجرة، ممتدة على هيئة نقاط في هذا الشكل، اختيرت من ثلاثة كاتالوجات فلكية معروفة، وتظهر هذه المجرات على كامل رقعة السماء باستثناء ما يسمى منطقة النفاذ، التي توافق مستوى مجرتنا درب التبانة (خط المركز الأخضر اللون) وخارج هذه المنطقة، تميل المجرات إلى التكتل قرب خط يشير إلى المستوى فوق المجري (الخط الأرجواني).

هُوَ أَقْرَبُ إِلَى حَافَةِ الْمَجَرَّةِ مِنْهُ إِلَى مَرْكَزِهَا. وَتَبْعُدُ عَنْ ذَلِكَ الْمَرْكَزِ بِمِقْدَارِ (30) أَلْفَ سَنَةٍ ضَوْئِيَّةٍ.

كَيْفَ تَكُونَتْ دَرْبُ التَّبَانَةِ؟

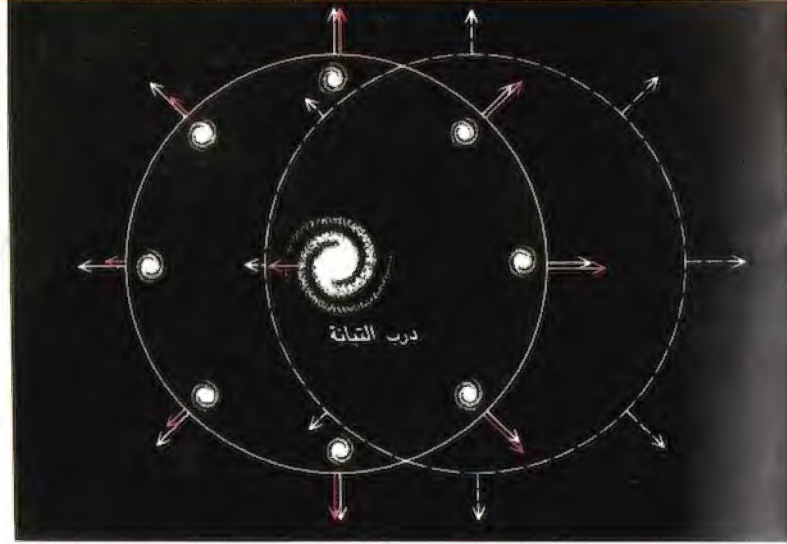
تُوحِي الْأَدَلَّةُ بِأَنَّ مَجَرَّتَنَا (دَرْبُ التَّبَانَةِ) نَشَأَتْ نَتِيجَةً أَنْهَارِ غَيْمَةٍ غَازِيَةٍ ضَخْمَةٍ. يَبْدُو أَنَّ هَذَا الْكَلَامَ لَا يُمَكِّنُ أَنْ يَرَوِيَ الْقِصَّةَ كَامِلَةً، ذَلِكَ أَنَّ الْأَرْصَادَ الْحَدِيثَةَ أَجْبَرَتِ الْبَاحِثِينَ - الَّذِينَ يُؤَيِّدُونَ فَرَضِيَّةَ تَكُونِ مَجَرَّتَنَا نَتِيجَةً أَنْهَارِ بَسِيطٍ وَسَرِيعٍ - عَلَى أَنْ يُجَرِّمُوا تَعْدِيلَاتٍ عَلَى أَفْكَارِهِمْ بَعْدَةَ أُسَالِيبٍ مُهِمَّةٍ.



هَذِهِ مَجَرَّتُنَا كَمَا تَخَيَّلَهَا أَحَدُ الْفَنَّانِينَ، وَفِيهَا تَبْدُو مَجْمُوعَتِنَا الشَّمْسِيَّةُ (بِالْوَرْدِ الْأَصْفَرِ) وَمُحِيطُ الْمَجَرَّةِ أَقْرَبُ إِلَيْهَا مِنْ مَرْكَزِهَا.

وَقَدْ قَادَتِ الْمَعْلُومَاتُ الْجَدِيدَةُ بَاحِثِينَ آخَرِينَ إِلَى الْاِفْتِرَاضِ بِأَنَّهُ جَرَى انْدِمَاجُ عِدَّةِ شَطَايَا مِنْ غُيُومٍ غَازِيَةٍ لِتَوَلِّدِ الْمَجَرَّةِ الْبِدَائِيَّةِ لِدَرْبِ التَّبَانَةِ، وَالَّتِي أَنْهَارَتْ بَعْدَ ذَلِكَ.

وَتَمَّةَ أَفْكَارٍ مُخْتَلِفَةٍ أُخْرَى تَلْقَى دَعْمًا قَوِيًّا مِنْ قِبَلِ الْعُلَمَاءِ، لَكِنَّ الْبَاحِثِينَ - عَلَى اخْتِلَافِ اتِّجَاهَاتِهِمْ - يُسَلِّمُونَ بِأَنَّ وَلَادَاتِ النُّجُومِ وَالْمُسْتَعِرَاتِ الْعُظْمَى، أَسْهَمَتْ فِي تَحْدِيدِ الشَّكْلِ الْعَامِّ لِدَرْبِ التَّبَانَةِ. وَفِي الْحَقِيقَةِ، فَإِنَّ تَكُونِ النُّجُومِ وَانْفِجَارَهَا يَقُومَانِ حَتَّى هَذِهِ اللَّحْظَةِ بِأَحْدَاثٍ تَغْيِيرَاتٍ أُخْرَى فِي بُنْيَةِ الْمَجَرَّةِ وَبِالتَّأثيرِ فِي مَصِيرِهَا النَّهَائِيِّ.

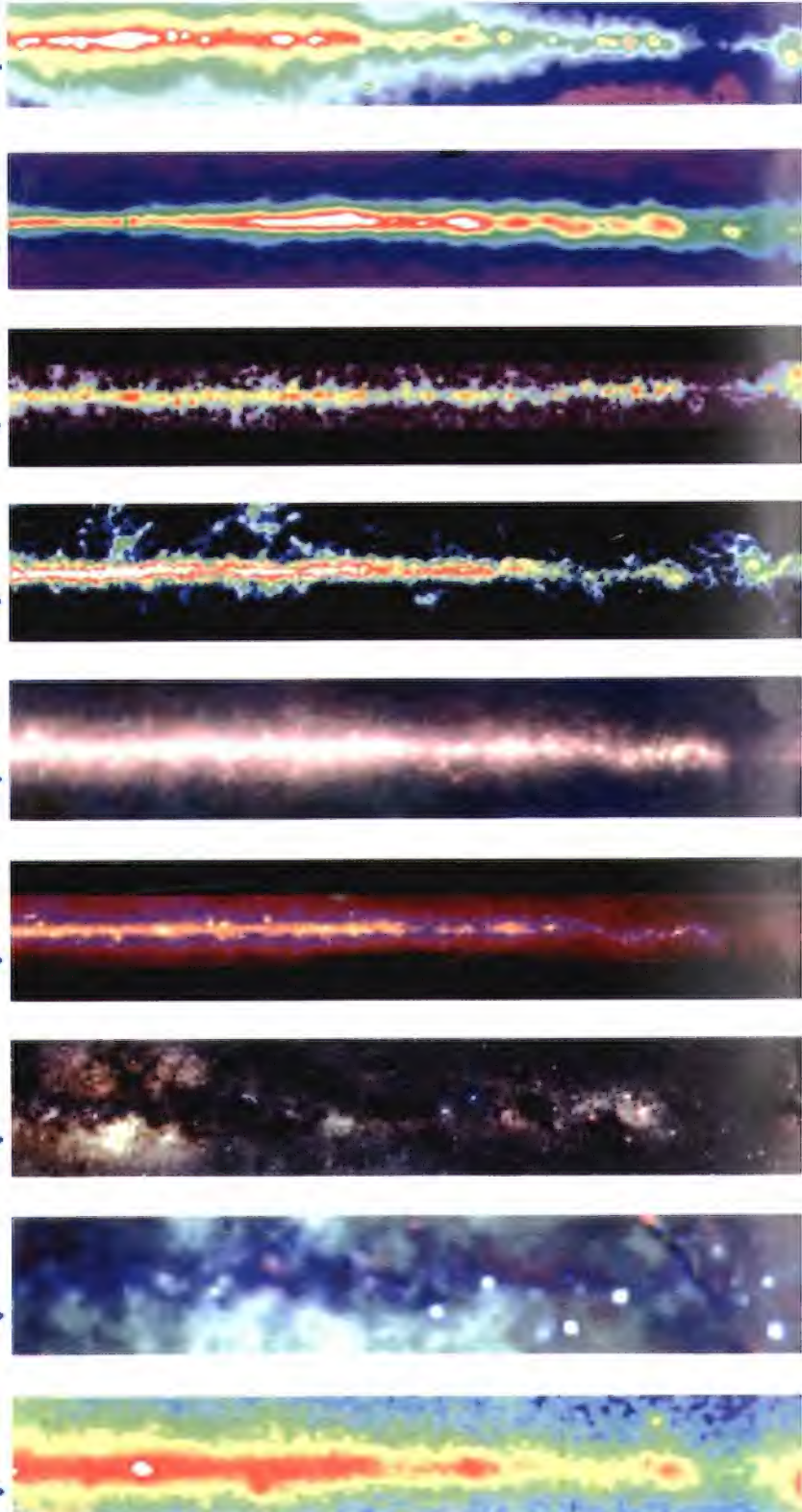


كَانَ أَوَّلُ مَنْ ادَّعَى أَنَّ مَجَرَّتَنَا دَرْبُ التَّبَانَةِ تَتَحَرَّكُ عَبْرَ الْفَضَاءِ كُلِّ مِنْ رُوبِن وَ فُورْد جُونِير مِنْ مَعْهَدِ كَارْنِيكِي فِي وَاشِنْطُن عَامَ 1975 م. وَبَيَّنَ هَذَا الشَّكْلُ اسْتِرَاطِيَجَتَهُمَا الرُّصْدِيَّةَ. وَقَدْ اخْتَارَا غَيْمَةً مِنَ الْمَجَرَّاتِ تُحِيطُ بِدَرْبِ التَّبَانَةِ، وَتَبْعُدُ عَنْهَا مَسَافَةً قُصْدًا أَنْ تَكُونَ ثَابِتَةً تَقْرِيْبًا. وَوَقْفًا لِمِخْطَطِ هَابِل، فَإِنَّ سَرْعَةَ التَّبَاعُدِ الَّتِي تَتَحَرَّكُ بِهَا هَذِهِ الْغَيْمَةُ مِنَ الْمَجَرَّاتِ يَجِبُ أَنْ تَكُونَ وَاحِدَةً فِي جَمِيعِ الْاتِّجَاهَاتِ (الْأَشْهُمُ الْبَيْضَاءُ). وَفِي الْوَاقِعِ، فَقَدْ بَدَأَ أَنَّ الْمَجَرَّاتِ فِي أَحَدِ جَانِبِي السَّمَاءِ تَسِيرُ بِسَرْعَةٍ أَكْبَرَ مِنَ الْمَجَرَّاتِ فِي الْطَّرَفِ الْآخَرِ (الْأَشْهُمُ الْحُمْرَاءُ). وَهَذَا يُوجِي أَنَّ مَجَرَّتَنَا نَفْسَهَا تَتَحَرَّكُ. لَكِنَّ هَذَا الْاِكْتِشَافَ مَشُوبٌ بِالشَّكِّ، فَإِذَا كَانَتِ الْمَجَرَّاتُ الْغَيْمَةُ أَقْرَبَ إِلَى دَرْبِ التَّبَانَةِ فِي أَحَدِ الْاتِّجَاهَاتِ (الدَّائِرَةُ الْمُتَقَطَّعَةُ)، فَإِنَّ الْفَرْقَ الْمُرْصُودَ فِي سُرْعَاتِ التَّبَاعُدِ يُمَكِّنُ أَنْ يُعْلَلَ تَمَامًا بِعَلَاَقَةِ هَابِل بَيْنَ الْاِثْرِيَاكِ نَحْوِ الْأَحْمَرِ لِمَجَرَّةٍ وَبُعْدِهَا عَنَّا.

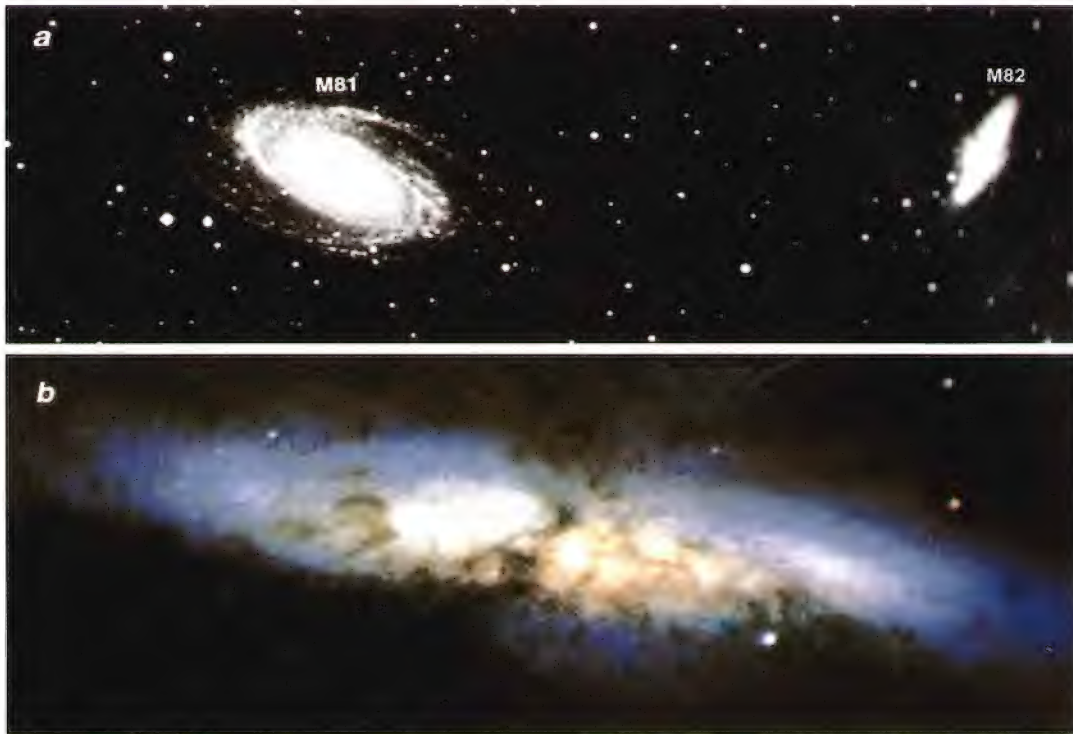
وَتُصَنَّفُ مَجَرَّتُنَا فِي عِدَادِ أَكْبَرِ مَجَرَّاتِ الْكَوْنِ ذَاتِ التَّأَلُّقِ الشَّدِيدِ وَالْكُنْتَلَةِ الضَّخْمَةِ. أَمَّا بِالنَّسْبَةِ لِعُمْرِهَا فَتُصَنَّفُ بَيْنَ الْمَجَرَّاتِ الَّتِي بَلَغَتْ مَرَحَلَةَ النُّضْجِ. وَيُقَدَّرُ مَا تَحْوِيهِ مِنَ الْغَازِ وَالْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ فِي الْفَرَاغِ الْقَائِمِ بَيْنَ نُجُومِهَا بِقَدْرِ مَا تَحْوِيهِ مِنْ نُجُومٍ فِي ثَنَائِيَّهَا، وَهَذَا يَعْنِي أَنَّهُ لَا زَالَ أَمَامِهَا مِنَ الْعُمُرِ قَدْرٌ يُعَادِلُ مَا مَضَى مِنْهُ.

وَبِمَا أَنَّنَا جُزْءٌ مِنْ هَذِهِ الْمَجَرَّةِ، فَإِنَّهَا الْمَجَرَّةُ الْوَحِيدَةُ الَّتِي نَرَاهَا بِالْعَيْنِ الْمُجَرَّدَةِ، عَلَى شَكْلِ غُيُومٍ خَفِيفَةٍ بَيْضَاءِ اللَّوْنِ بَاهِتَةٍ وَمُمْتَدَّةٍ فِي السَّمَاءِ بِشَكْلِ شَرِيطٍ مُتَتَابِعٍ، عِنْدَمَا تَكُونُ السَّمَاءُ صَافِيَةً، وَبِخَاصَّةٍ فِي مَطْلَعِ الشَّهْرِ وَنَهَائِيَّتِهِ عِنْدَمَا يَكُونُ الْقَمَرُ فِي الْمَحَاقِ أَوْ عَلَى شَكْلِ هِلَالٍ حَيْثُ يَخْتَفِي مَعَ بَدَايَةِ اللَّيْلِ خَلْفَ الْأَفْقِ. وَتَقَعُ شَمْسُنَا وَكَوَاكِبُهَا فِي مَكَانٍ

- متصل راديوي (408 MHz)
تظهر إلكترونات متحركة بسرعة كبيرة، توجد بشكل خاص في مواقع مستعرات أعظمية سابقة
- هيدروجين ذري (1420 MHz)
يظهر الهيدروجين الذري المتعادل ضمن غيوم بين نجمية وغاز منتشر
- متصل راديوي (24-27 GHz)
يكشف عن غاز مؤين دافئ وعن إلكترونات عالية الطاقة.
- هيدروجين جزئي (119 GHz)
يكشف عن هيدروجين جزئي (كما يدل على وجوده أحادي أكسيد الكربون) في غيوم باردة.
- تحت أحمر بعيد (12 - 100 ميكرون)
يكشف عن غبار يسخنه نور النجم، وخصوصاً في مناطق تشكّل النجوم.
- تحت أحمر متوسط (6.8 - 10.8 ميكرون)
يكشف عن جزئيات معقدة في غيوم بين نجمية وكذلك عن نجوم مُحمرّة.
- الضوء المرئي (0.4 - 0.6 ميكرون)
يكشف عن نجوم قريبة وعن غاز دقيق مؤين، المناطق المعتمة باردة وكثيفة.
- أشعة سينية (0.25 - 10.5 كيلو إلكترون فولط)
يكشف عن غاز حار ينطلق صدمياً من مستعرات أعظمية.
- أشعة غاما (أكبر من 300 ميغا إلكترون فولط)
تكشف عن ظواهر عالية الطاقة، مثل النجوم النابضة وتصادمات أشعة كونية.



يختلف شكل مجرة درب التبانة اختلافاً بيناً طبقاً لتردد موجات الضوء التي يرصدها به الفلكيون. فقبل خمسين عاماً، عندما كان الفلكيون مُقيدين بالضوء المرئي، بدا الغاز البين نجمي مجرد تشويش، يُعيق رؤية النجوم التي كانت المقصودة بالدراسة في المقام الأول. أما اليوم فيعتقد العلماء أن دور الغاز في تطوّر المجرة ربما يُعادل دور النجوم في هذا الشأن.



الأعمارُ المُقدَّرةُ لأنواعِ المُختلفةِ مِنَ المَجَرَّاتِ

المَجَرَّاتُ الإهليلجية :

مَا يَزِيدُ عَلَى (10.000.000.000) سَنَةٍ .

المَجَرَّاتُ اللولبية :

- الأذرعُ : (10.000.000 - 50.000.000) سَنَةٍ .

- النواةُ : (10.000.000.000) سَنَةٍ .

المَجَرَّاتُ غَيْرُ الْمُنتَظِمَةِ : (400.000.000) سَنَةٍ .

حُشُودُ المَجَرَّاتِ : أَقَلُّ مِنْ (10.000.000.000) سَنَةٍ .

تَوَقُّتُ نُشُوءِ المَجَرَّاتِ

تَسْأَلُ الْعُلَمَاءُ عَمَّا إِذَا كَانَتْ جَمِيعُ المَجَرَّاتِ قَدْ نَشَأَتْ فِي زَمَنٍ وَاحِدٍ، ثُمَّ أَدَّتْ وَفَرَةُ الْغَازِ وَالْغُبَارِ الْكَوْنِيَّ فِي بَعْضِهَا، وَقَلَّتْهُمَا فِي الْبَعْضِ الْآخِرِ إِلَى إِطَالَةِ عُمُرِ النَّوعِ الْأَوَّلِ وَقَصَرِ عُمُرِ النَّوعِ الثَّانِي. وَبَعْدَ دِرَاسَاتٍ مُطَوَّلَةٍ، وَرَصيدٍ مُسْتَمِرٍّ، تَبَيَّنَ أَنَّ تَشَكُّلَ المَجَرَّاتِ كَانَ مُتَتَالِيًا، وَأَنَّ

تَتَمَيَّزُ المَجَرَّةُ M82 (a و b) الَّتِي تَبْعُدُ عَنِ الْأَرْضِ نَحْوَ 10 مِلْيَينِ سَنَةٍ ضَوْئِيَّةً، بِتَدْفُقٍ مِنْ غَازٍ مُتَوَهِّجٍ صَادِرٍ عَنِ الْمِنْطَقَةِ الْمُحِيطَةِ بِقَلْبِهَا. وَقَدْ اسْتَنْجَعَ الْفَلَكِيُّونَ أَنَّ هَذَا الْجَيْشَانَ نَاجِمٌ عَنِ التَّكُونِ السَّرِيعِ لِلنُّجُومِ قُرْبَ نَوَاةِ المَجَرَّةِ. وَتُؤَدِّي الْحَرَارَةُ وَالْإِشْعَاعُ النَّاتِجَانِ إِلَى دَفْعِ الْغُبَارِ وَالْغَازِ الصَّادِرِينَ عَنْ قُرْصِ المَجَرَّةِ نَحْوَ الْفَضَاءِ الْكَائِنِ بَيْنَ المَجَرَّاتِ. وَمِنْ الْمُمْكِنِ أَنْ يَكُونَ الدَّفَاعُ لِنَشَاطِ المَجَرَّةِ هُوَ التَّفَاعُلُ مَعَ جَارَتِهَا M81.

ج - النُّجُومُ اللَّامِعَةُ فِي المَجَرَّاتِ :

تَشَكُّلُ النُّجُومِ اللَّامِعَةِ، ذَاتِ الْحَرَارَةِ الْعَالِيَةِ، فِي المَجَرَّةِ، يُطِيلُ فِي عُمُرِهَا، إِذْ بَيَّنَّتِ الدِّرَاسَاتُ أَنَّهُ لَا بُدَّ مِنْ فَنَاءٍ مِثْلِ هَذِهِ النُّجُومِ لِبَيْدَا تَشَكُّلِ نُّجُومٍ جَدِيدَةٍ، لِأَنَّ حَرَارَتَهَا الْعَالِيَةَ تَمْنَعُ تَكَاثُفَ الْغَازِ وَالْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ الْقَائِمِ حَوْلَهَا فِي المَجَرَّةِ، وَهَذَا مَا يُوفِّرُ لِلْمَجَرَّةِ إِحْتِيَاطِيًّا كَبِيرًا مِنْهُمَا يُسَاعِدُ فِي الْمُسْتَقْبَلِ عَلَى وِلَادَةِ نُّجُومٍ جَدِيدَةٍ فِيهَا، كَمَا هُوَ الْحَالُ فِي مَجَرَّتِنَا.



المَجَرَّاتُ الْقَصِيَّةُ

مَرَّ مَعَنَا أَنَّ الْفَلَكِيَّ (هابل) قَدْ صَنَّفَ الْمَجَرَّاتِ الَّتِي قَامَ بِرَصْدِهَا عَلَى مَدَى سَنَوَاتٍ طَوِيلَةٍ فِي ثَلَاثَةِ أَصْنَافٍ رَئِيسَةٍ هِيَ: الْمَجَرَّاتُ غَيْرُ الْمُنتَظِمَةِ، وَالْمَجَرَّاتُ اللَّوَلِيَّةُ، ثُمَّ الْمَجَرَّاتُ الْبَيْضَوِيَّةُ. وَأَدْرَجَ كُلَّ مَا كَانَ مَعْرُوفًا مِنْ مَجَرَّاتٍ فِي عَهْدِهِ تَحْتَ هَذِهِ الْأَصْنَافِ الثَّلَاثَةِ.

إِلَّا أَنَّ الْمَرَاصِدَ الضَّخْمَةَ الْحَدِيثَةَ كَشَفَتْ عَنْ مَجَرَّاتٍ حَدِيثَةٍ تَقْبَعُ فِي أَمَاكِنَ قَصِيَّةٍ مِنَ الْكَوْنِ خَلْفَ مَا كَانَ قَدْ كُشِفَ عَنْهُ مِنْ مَجَرَّاتٍ. وَقَدْ تَبَيَّنَ أَنَّ لِنَلْكَ الْمَجَرَّاتِ الْقَاصِيَةِ خَمْسَةَ أَنْوَاعٍ مُتَمَيِّزَةٍ هِيَ:

1. الْمَجَرَّاتُ الْمُزْدَوِجَةُ:

تَبْدُو الْمَجْرَةُ مِنْ هَذَا النَّوعِ لِعَيْنِ الرَّاصِدِ كَمَزَقٍ كَبِيرَةٍ الْعَدَدِ، لَا تَتَّصِلُ مَعَ بَعْضِهَا رَغَمَ اقْتِرَابِهَا، مِمَّا يُشْعِرُنَا بِأَنَّهَا كَانَتْ مَجْرَةً وَاحِدَةً ثُمَّ أَصَابَهَا التَّمَرُّقُ.

2. الْمَجَرَّاتُ الْمُزْدَوِجَةُ:

هُنَاكَ مَجَرَّاتٌ سَبَقَتْ غَيْرَهَا إِلَى التَّشَكُّلِ، وَأَنَّ مَجَرَّاتٍ أُخْرَى هِيَ فِي طَرِيقِهَا إِلَى التَّشَكُّلِ.

وَقَدْ ثَبَتَ لَهُؤُلَاءِ الْعُلَمَاءُ أَنَّ مَجَرَّتَيْ (مَاجِلَانَ) هُمَا أَحَدُثُ مِنَ مَجَرَّتِنَا لِأَنَّهُمَا أَكْثَرُ غِنًى بِالْغَازِ وَالْغُبَارِ الْكَوْنِيِّينَ.



عَلَى بُعْدِ (157) دَرَجَةِ عَرْضِ سَمَاوِيَّةٍ مِنَ الْقُطْبِ السَّمَائِيِّ، تَقَعُ (مَجْرَةُ مَاجِلَانَ الْكُبْرَى). وَعَلَى بُعْدِ (167) دَرَجَةِ عَرْضِ سَمَاوِيَّةٍ مِنَ الْقُطْبِ السَّمَائِيِّ، تَقَعُ (مَجْرَةُ مَاجِلَانَ الصُّغْرَى). وَتَبْعُدُ إِحْدَاهُمَا عَنِ الْأُخْرَى حَوَالِي (45) دَرَجَةِ طَوْلِ سَمَاوِيَّةٍ. تَقَعُ (سَحَابَةُ مَاجِلَانَ الْكُبْرَى) قُرْبَ نَجْمٍ بَاءٍ كَوَكَبَةِ (الشُّجَاعِ الذَّكْرِ)، أَمَّا (سَحَابَةُ مَاجِلَانَ الصُّغْرَى) فَتَقَعُ قُرْبَ النَّجْمِ الْقَرِيبِ مِنَ الْقُطْبِ الْجَنُوبِيِّ فِي كَوَكَبَةِ (الْخُوتِ الذَّهَبِيِّ). وَتُعْتَبَرُ هَاتَانِ الْمَجَرَّتَانِ مِنْ أَعْظَمِ أَجْرَامِ الْفَلَكِ السَّمَائِيِّ الْجَنُوبِيِّ اسْتِغْنَاءً لِلنَّظَرِ، إِذْ تَظْهَرَانِ بِصُورَةٍ جَلِيَّةٍ لِلْعَيْنِ الْمُجَرَّدَةِ، حَتَّى إِنَّ (مَجْرَةَ مَاجِلَانَ الْكُبْرَى) تَظَلُّ مَرَّتَيْنِ فِي اللَّيَالِي الْمُقْبِرَةِ، كَمَا أَنَّ جَمْعًا مِنَ النُّجُومِ الْمَوْجُودَةِ فِي هَذِهِ الْمَجْرَةِ، يُمَكِّنُ لِلْعَيْنِ الْمُجَرَّدَةِ أَنْ تَرَاهُ فِي اللَّيَالِي الْمُظْلِمَةِ إِذَا مَا سَدَدْنَا نَظْرَنَا مِنْ خِلَالِ نُجُومِ الْكَوَكَبَةِ الَّتِي دَعَوْنَاهَا الطُّوقَانَ. لِذَا أَطْلَقَ الْعُلَمَاءُ الْفَلَكِيُّونَ عَلَى تِلْكَ النُّجُومِ الْمَجَرِّيَةِ اسْمَ (خَشْدُ الطُّوقَانَ).

نَوْزُجُ الْمَجَرَّاتِ

تَبْدُو لَنَا بَعْضُ الْمَجَرَّاتِ، عِنْدَ رَصْدِهَا، وَكَأَنَّهَا مُتَتَابِعَةٌ عَلَى خَطِّ طَوْلِيٍّ يُسَايِرُ خَطَّ نَظْرِنَا، بَيْنَمَا يَبْدُو بَعْضُهَا الْآخَرُ مُتَتَابِعًا عَلَى خَطِّ عَرْضِيٍّ مُوَاجِهٍ لَنَا، وَهُنَاكَ نَوْعٌ ثَالِثٌ لَا يَبْدُو مِنْهُ أَكْثَرُ مِنْ ثَلَاثَةِ أَرْبَاعِهِ، وَيَخْتَفِي الرَّبْعُ الْآخَرُ فِي أَعْمَاقِ الْفَضَاءِ بِحَيْثُ لَا يَصِلُهُ رَصْدُنَا.

تَتَفَّ مِنْ كِلَيْهِمَا، تَضُمُّ نُجُومًا وَغَازًا وَغُبَارًا كَوْنِيًّا، وَنَقُومُ تِلْكَ التَّتَفُّ بِالْذَّوْرَانِ حَوْلَ الْمَجَرَّتَيْنِ، وَتُرْسِلُ مِثْلَ هَذِهِ الْمَجَرَّاتِ إِلَى مَرَاكِزِ الرَّصْدِ الْكَوْنِيِّ مَوْجَاتٍ لَاسِلِكِيَّةٍ كَثِيفَةً وَشَدِيدَةً، رَغَمَ الْبُعْدِ الشَّاسِعِ الَّذِي تَقْطَعُهُ.

الْحُشُودُ الْمَجَرِّيَّةُ

(الْمَجَرَّاتُ ذَاتُ التَّطَوُّرِ الْمَوْقُوفِ). لَاحَظْ عُلَمَاءُ الْفَلَكِ أَنَّ عَدَدًا كَبِيرًا مِنَ الْمَجَرَّاتِ يَكُونُ مُتَقَارِبًا مِنْ بَعْضِهِ عَلَى شَكْلِ حَشْدٍ، كَالْحَشْدِ الْمُسَمَّى (الذَّوَابَةِ) الَّذِي يَضُمُّ (800) مَجَرَّةً مُتَنَوِّعَةً، إِذْ مِنْهَا مَا هُوَ مِغْزَلِيٌّ، وَمِنْهَا مَا هُوَ بَيْضَوِيٌّ، وَمِنْهَا مَا هُوَ شَدِيدُ التَّسَطُّحِ.

وَلَكِنْ الْغَرِيبُ فِي الْأَمْرِ، أَنَّهَا تَخْلُو مِنَ النَّوعِ اللَّوْلِيِّ، وَأَنَّهَا لَا تَضُمُّ مَا تَضُمُّهُ بَقِيَّةُ الْمَجَرَّاتِ مِنْ غَازٍ وَغُبَارٍ كَوْنِيَّيْنِ، كَمَا أَنَّهَا تَخْلُو مِنْ نُجُومِ الْجَمْهَرَةِ الْأُولَى ذَاتِ الْحَرَارَةِ الْفَائِقَةِ وَاللَّمْعَانِ الشَّدِيدِ، وَلَمْ يُعْثَرْ فِيهَا إِلَّا عَلَى نُجُومٍ مِنَ الْجَمْهَرَةِ الثَّانِيَةِ الَّتِي لَا يَزِيدُ لَمْعَانُهَا عَلَى (100) ضِعْفٍ مِنَ لَمْعَانِ الشَّمْسِ، وَالتِّي تُنْفِقُ طَاقَتَهَا بِحَذَرٍ وَاعْتِدَالٍ.



نجوم سديم غازي مجرة حشد مجري

مَرَاكِزُ تَشَكُّلِ الْحُشُودِ الْمَجَرِّيَّةِ

وَعِنْدَمَا قَامَ الْعَالِمَانِ الْفَلَكِيَّانِ (بَادِه) وَ(سَبِيْتَزِر) بِدِرَاسَةِ تِلْكَ الْحُشُودِ، تَوَصَّلَا إِلَى الْكَشْفِ عَنِ الْكَثِيرِ مِنْ أَسْرَارِهَا، وَقَدْ عَلَّلَا خُلُوقَ هَذِهِ الْمَجَرَّاتِ مِنَ الْغَازِ وَالْغُبَارِ الْكَوْنِيَّيْنِ، وَمِنْ الْأَذْرُعِ اللَّوْلِيَّةِ، بِحُدُوثِ اصْطِدَامَاتٍ بَيْنَ تِلْكَ الْمَجَرَّاتِ بَلَغَ عَدْدُهَا حَوَالِي (20) اصْطِدَامًا، وَلَمْ يُوَدَّ ذَلِكَ إِلَى تَهْشِيمِ تِلْكَ الْمَجَرَّاتِ، إِذْ كَانَ الْبُعْدُ الْهَائِلُ الْقَائِمُ بَيْنَ نُجُومِ الْمَجَرَّاتِ يَسْمَحُ بِتَدَاخُلِ كُلِّ مَجَرَّتَيْنِ مَعَ بَعْضِهِمَا دُونَ أَنْ

تَبْدُو عَلَى شَكْلِ مَجَرَّتَيْنِ مُتَقَابِلَتَيْنِ، تُشَكِّلُ النُّجُومُ الْمُتَوَازِيَّةُ فِي كُلِّ مِنْهُمَا خَطًّا يُوَازِي خَطَّ النُّجُومِ الْآخَرِ فِي الْمَجَرَّةِ الثَّانِيَةِ، وَيَمْتَدَّانِ هَكَذَا مَسَافَةً أُلُوفِ السَّنِينَ الضَّوِّيَّةِ، وَمِنْهَا الْمَجَرَّةُ (M51).

3. الْمَجَرَّاتُ الْمُرْدَوِجَةُ الدَّوَّارَةُ :

تَبْدُو هَذِهِ الْمَجَرَّاتُ عَلَى شَكْلِ أَرْوَاجٍ، كُلُّ زَوْجٍ مِنْهَا يَتَأَلَّفُ مِنْ مَجَرَّتَيْنِ تَدُورَانِ حَوْلَ بَعْضِهِمَا، وَتَنْتَزِعُ كُلُّ مِنْهُمَا مِنَ الْآخَرَى حُزْمًا مِنَ النُّجُومِ وَمِنَ الْغَازِ وَالْغُبَارِ الْكَوْنِيَّيْنِ الْمُحِيطَيْنِ بِتِلْكَ النُّجُومِ.

4. الْمَجَرَّاتُ الْبَيْضَوِيَّةُ الْمُتَفَجَّرَةُ :

وَهِيَ تُشَبِّهُ، مِنْ حَيْثُ الشَّكْلِ، الْمَجَرَّاتِ الْبَيْضَوِيَّةَ الَّتِي أَشَارَ إِلَيْهَا (هَابِل). وَلَكِنَّهَا تَخْتَلِفُ عَنْهَا فِي أَنَّهَا تُطْلِقُ فِي الْفَضَاءِ الْكَوْنِيِّ أَلْسِنَةً هَائِلَةً مِنَ اللَّهَبِ ذَاتِ لَمْعَانٍ شَدِيدٍ، يُقَدَّرُ طُولُ كُلِّ لِسَانٍ مِنْهَا بِمِائَاتِ أُلُوفِ السَّنِينَ الضَّوِّيَّةِ، أَيْ لِمَسَافَةٍ تُعَادِلُ طُولَ عِدَّةِ مَجَرَّاتٍ مُجْتَمِعَةٍ.

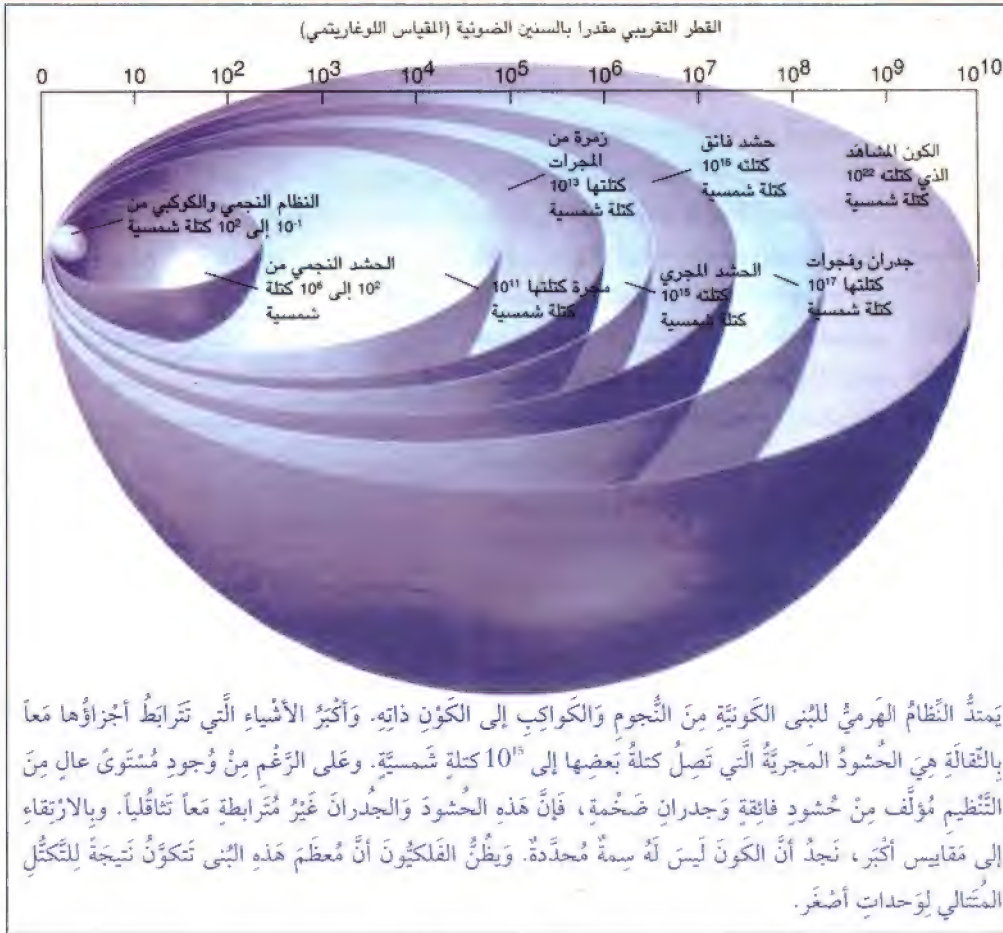


المَجَرَّاتُ الْبَيْضَوِيَّةُ

NGC 5394 و NGC 5395

5. الْمَجَرَّاتُ الْمُرْدَوِجَةُ الْمُلتَصِقَةُ :

وَتَتَأَلَّفُ مِنْ مَجْمُوعَةٍ مِنَ الْمَجَرَّاتِ، كُلُّ مَجَرَّتَيْنِ مِنْهَا مُلتَصِقَتَانِ بِبَعْضِهِمَا، وَتُحِيطُ بِكُلِّ زَوْجٍ مِنْ هَذِهِ الْمَجْمُوعَةِ

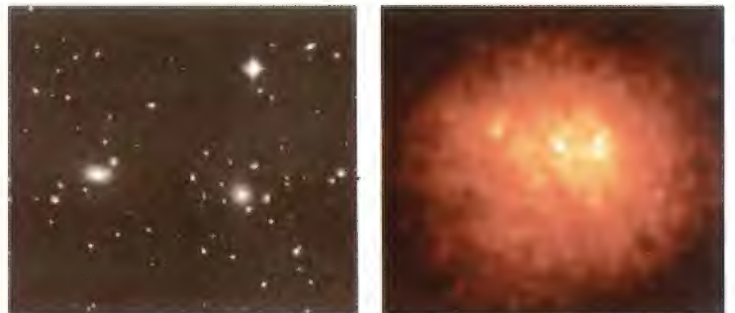


عَدَمَ نُشُوءِ نُجُومٍ جَدِيدَةٍ فِيهِمَا بَعْدَ أَنْ فَقَدَتَا الْمَادَّةَ الْأَسَاسِيَّةَ لِتَشْكِيلِ النُّجُومِ. لِذَا دَعَا هَذَانِ الْعَالِمَانِ مِثْلَ تِلْكَ الحُشُودِ بِالْمَجَرَّاتِ ذَاتِ التَّنْطُورِ الْمُوقُوفِ.

حَرَكَةُ الْمَجَرَّاتِ

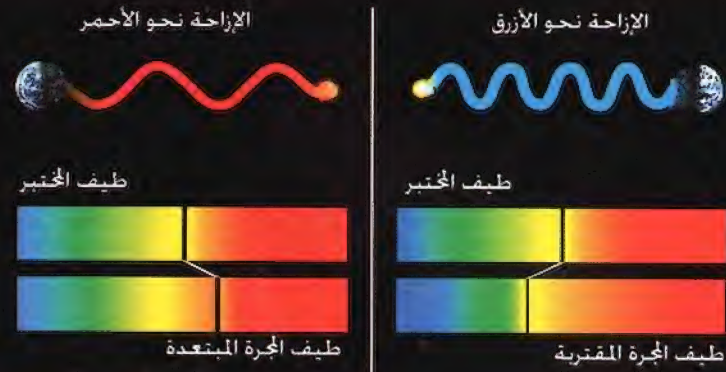
تَخْضَعُ الْمَجَرَّاتُ فِي بَدَايَةِ تَكْوُنِهَا - أَيْ عِنْدَمَا يَكُونُ شَكْلُهَا عَشَوَائِيًّا - إِلَى حَرَكَاتٍ مِنَ الانْكِمَاشِ وَالتَّبَاعُدِ. وَعِنْدَمَا تَأْخُذُ الْحَرَارَةُ فِيهَا بِالِازْتِمَاعِ نَتِيجَةً تَصَادُمِ الدَّرَاتِ فِيهَا تَكْتَسِبُ الْمَجَرَّةُ قُوَّةَ دَوْرَانٍ مِخَوْرِيَّةٍ بَطِيئَةٍ حَوْلَ نَفْسِهَا، ثُمَّ لَا تَلْبِثُ أَنْ تَتَزَايِدَ سُرْعَةُ الدَّوْرَانِ فِيهَا، مِمَّا يُؤَدِّي إِلَى إِعْطَائِهَا شَكْلًا كُرُويًّا، وَمَعَ اسْتِمْرَارِ تَزَايُدِ السَّرْعَةِ، يُصْبِحُ شَكْلُهَا عَدَسِيًّا، ثُمَّ تَنْبَعِثُ مِنْ أَطْرَافِهَا أَذْرُعٌ لَوَلْبِيَّةٌ، فَإِذَا اسْتَمَرَّ التَّسَارُّعُ فِي الْحَرَكَةِ الْمِخَوْرِيَّةِ، تَفْقِدُ الْمَجَرَّةُ أَجْزَاءً مِنْ أَذْرُعِهَا اللَّوَلْبِيَّةِ.

تَصْطَدِّمُ نُجُومُهُمَا. وَكُلَّمَا كَانَ يَحْدُثُ اصْطِدامُ الْغَازِ وَالْغُبَارِ الْكَوْنِيِّينَ اللَّزْجَيْنِ فِي الْمَجَرَّةِ الْأُولَى مَعَ مِثْلِيهِمَا فِي الْمَجَرَّةِ الثَّانِيَةِ، وَاللَّذَيْنِ كَانَا يَمْلَأَانِ الْفَرَاغَ الْكَائِنَ بَيْنَ النُّجُومِ، وَكَانَ ذَلِكَ الْاصْطِدامُ يَصْحَبُهُ انْفِجَارٌ جَارِفٌ بِسَبَبِ السَّرْعَةِ الْبَالِغَةِ الَّتِي كَانَتْ يَتِمُّ بِهَا تَدَاخُلُ الْمَجَرَّتَيْنِ فِي بَعْضِهِمَا، وَالَّذِي قُدِّرَ بِبَضْعِ مِائَاتٍ مِنَ الْكِيلُومِترَاتِ فِي الثَّانِيَةِ، مِمَّا أَدَّى إِلَى إِزَاحَةِ وَطَرْدِ الْغَازِ وَالْغُبَارِ الْكَوْنِيِّينَ مِنَ الْمَجَرَّتَيْنِ، وَأَدَّى ذَلِكَ إِلَى



يُظْهِرُ حَشْدُ الدَّوَابِّ مُخْتَلِفًا فِي الضَّوِّ المَرئيِّ (فِي الْيَسَارِ) عَنْهُ فِي الْأَشْعَةِ السَّيْنِيَّةِ (فِي الْيَمِينِ) فَبِالضَّوِّ المَرئيِّ يَبْدُو مُجَرَّدَ تَجَمُّعٍ مِنَ الْمَجَرَّاتِ، أَمَّا فِي الْأَشْعَةِ السَّيْنِيَّةِ، فَهِيَ كُرَّةٌ ضَخْمَةٌ مِنَ الْغَازِ السَّاخِنِ قُطْرُهَا نَحْوُ خَمْسَةِ مِلايينِ سَنَةِ ضَوْئِيَّةٍ.

بَيْنَ غَازٍ وَغُبَارِ الْمَجَرَّةِ الْأُولَى مَعَ غَازٍ وَغُبَارِ الْمَجَرَّةِ الثَّانِيَةِ، وَتَعْمَلُ أَقْوَاهُمَا فَاعِلِيَّةً وَسُرْعَةً عَلَى جَرَفٍ قِسْمٍ مِنْ غَازٍ وَغُبَارِ الْمَجَرَّةِ الْأَضْعَفِ. وَفِي حَالَاتٍ أُخْرَى، وَعِنْدَ تَسَاوِي قُوَّتَيْهِمَا، تَفْقِدُ الْمَجَرَّتَانِ غَاظَهُمَا وَغُبَارَهُمَا الْكَوْنِيَّ، بَعْدَ أَنْ يَكُونُ ذَلِكَ الْإِصْطِدَامُ قَدْ آدَى إِلَى حَدُوثِ تَفَاعُلٍ فِي غَازٍ وَغُبَارِ الْمَجَرَّتَيْنِ، تَنْشُجُ عَنْهُ تَوْهَجَاتٌ هَائِلَةٌ بِسَبَبِ السَّرْعَةِ الْبَالِغَةِ الَّتِي تَتِمُّ بِهَا عَمَلِيَّةُ الْإِصْطِدَامِ وَالتَّدَاخُلِ فِيهِ الَّتِي تُقَدَّرُ بِـ (100) كَمٍ فِي الثَّانِيَةِ، كَمَا تُطْلَقُ الْمَجَرَّتَانِ أَثْنَاءَ ذَلِكَ طَاقَةٌ هَائِلَةٌ مِنَ الْإِشْعَاعِ الرَّادِّيَوِيِّ تَزِيدُ قُوَّتَهُ بِمِقْدَارِ (100 - 1000) مَرَّةٍ عَنِ الْإِشْعَاعِ الرَّادِّيَوِيِّ الَّذِي تُبْنِئُهُ الْمَجَرَّاتُ الْأُخْرَى فِي الْحَالَةِ الطَّبِيعِيَّةِ.



يُسَاعِدُنَا طَيْفُ الْمَجَرَّاتِ عَلَى مَعْرِفَةِ مَدَى اقْتِرَابِ أَوْ ابْتِعَادِ الْمَجَرَّةِ عَنَّا، فَإِذَا حَدَثَ انزياحٌ فِي هَذَا الطَّيْفِ نَحْوَ الْأَزْرَقِ فَهَذَا يُعْطِي دَلَالَةً عَلَى اقْتِرَابِ الْمَجَرَّةِ مِنَّا، وَإِذَا حَدَثَ انزياحٌ فِي الطَّيْفِ نَحْوَ الْأَحْمَرِ فَهَذَا يُعْطِي دَلَالَةً عَلَى ابْتِعَادِ الْمَجَرَّةِ عَنَّا.



الحشد المجري أبيل 2218

تَصَادُمُ الْمَجَرَّاتِ

إِنَّ تَكَرَّرَ عَمَلِيَّةِ التَّصَادُمِ الَّتِي تَتَعَرَّضُ لَهَا الْمَجَرَّاتُ يُؤَدِّي إِلَى خُلُوعِ الْمَجَرَّةِ خُلُوعًا يَكَادُ يَكُونُ نَامًا مِنْ غَاظِهَا وَغُبَارِهَا الْقَائِمِ بَيْنَ نُجُومِهَا، وَهَذَا يَعْنِي عَدَمَ وِلَادَةِ نُجُومٍ جَدِيدَةٍ فِيهَا، وَأَنَّهَا لَنْ تَعِيشَ أَكْثَرَ مِمَّا سَتَعِيشُ نُجُومُهَا مِنْ عُمُرٍ. وَبِسَبَبِ تَوَقُّفِ تَشَكُّلِ النُّجُومِ فِي مِثْلِ تِلْكَ الْمَجَرَّاتِ، أُطْلِقَ عَلَيْهَا الْعُلَمَاءُ اسْمَ (الْمَجَرَّاتِ ذَاتِ التَّطَوُّرِ الْمَوْقُوفِ).

رَغْمَ سَعَةِ الْكَوْنِ إِلَى دَرَجَةٍ لَا يَكَادُ يَسْتَوْعِبُهَا الْعَقْلُ، يَحْدُثُ أَنْ يَجْرِيَ أَحْيَانًا إِصْطِدَامُ مَجَرَّتَيْنِ بِبَعْضِهِمَا، إِلَّا أَنَّ هَذَا الْإِصْطِدَامَ لَا يَشْمَلُ جَمِيعَ مُرَكِّبَاتِ الْمَجَرَّتَيْنِ، ذَلِكَ أَنَّ الْفَرَاغَ الْكَبِيرَ وَالْمَسَافَاتِ الشَّاسِعَةَ الْقَائِمَةَ فِي كُلِّ مَجَرَّةٍ بَيْنَ نُجُومِهَا، يَسْمَحُ بِتَدَاخُلِ الْمَجَرَّتَيْنِ مَعَ بَعْضِهِمَا دُونَ أَنْ يَصْطَدِمَ نَجْمٌ بِنَجْمٍ آخَرَ، وَإِنَّمَا يَحْدُثُ الْإِصْطِدَامُ

النجوم والكواكب النجمية



دار الشرق العربي

لبنان - بيروت - ص.ب : 11/6918 الرمز البريدي 11072230

تلفاكس : 01 791668

سورية - حلب - ص.ب : 415 هاتف : 2115773 / 2116441

فاكس : 2125966

تمهيد

تُتَحَفَّنَا السَّمَاءُ كُلَّ يَوْمٍ بِوِشَاحِهَا الْأَسْوَدِ الْمُرْصَعِ بِنِقَاطٍ لَامِعَةٍ جَمِيلَةٍ هُنَا وَهُنَاكَ، فَوْقَ وَتَحْتَ، إِنَّهَا فِي كُلِّ مَكَانٍ . . . إِنَّهَا النُّجُومُ.

كَانَتْ سَحَابَةً مِنَ الْغَازِ وَالْغُبَارِ التَّفَتْ حَوْلَ نَفْسِهَا وَرَاحَتْ تَدُورُ وَتَدُورُ لِمِثَاتِ السَّنِينَ حَتَّى أَصْبَحَتْ نَجْمَةً، كُرَّةً مُلْتَهَبَةً تُضِيءُ لِمِلياراتِ السَّنِينَ.

إِنَّهَا بَعِيدَةٌ جِدًّا وَبَعْضُهَا أَكْبَرُ مِنَ الشَّمْسِ بِمِثَاتِ الْمَرَّاتِ، أَمَّا وَقُودُهَا فَهُوَ تِلْكَ الْعَمَلِيَّاتِ النَّوَوِيَّةُ الْإِنْدِمَاجِيَّةُ الَّتِي لَا تَتَوَقَّفُ حَتَّى نِهَايَةِ النَّجْمِ.

انْزِيَا حُ طَيْفِهَا نَحْوَ الْأَحْمَرِ يَدُلُّنَا عَلَى ابْتِعَادِهَا عَنَّا أَكْثَرَ وَأَكْثَرَ مُرْتَحِلَةً مَعَ تَوْسُّعِ الْكَوْنِ وَتَمَدِّدِهِ. إِنَّهَا أَنْوَاعٌ وَأَلْوَانٌ فُرَادَى وَمِثْنَى وَثَلَاثَ وَرَبَاعٍ . . . مِنْهَا الْأَبْيَضُ وَمِنْهَا الْأَحْمَرُ وَمِنْهَا الْأَصْفَرُ وَمِنْهَا الْأَزْرَقُ وَمِنْهَا الْبُنْيُ وَمِنْهَا الْأَسْوَدُ.

النُّجُومُ اجْتِمَاعِيَّةٌ بِالطَّبَعِ، فَلَا نَجِدُ نَجْمَةً تُشَدُّ عَنْ مَجْمُوعَةٍ أَوْ حَشْدٍ مِنَ النُّجُومِ لَتَعِيشَ بَعِيدًا وَخَدَهَا فِي أَحَدِ أَطْرَافِ الْكَوْنِ بِلا مُؤَنَسٍ أَوْ رَفِيقٍ.

لَوْ أَنَّكَ نَظَرْتَ إِلَى مَجْمُوعَةٍ مِنَ الصُّخُورِ الْبَحْرِيَّةِ الْمُتَنَاثِرَةِ فَوْقَ شَاطِئِ الرَّمْلِ رُبَّمَا حَاوَلَ خَيَالُكَ أَنْ يَصْنَعَ مِنْهَا شَكْلًا، قَدْ يَكُونُ سَمَكَةً أَوْ شَجَرَةً أَوْ بَطَّةً . . . لَكِنَّهُ سَيَصْنَعُ مِنْهَا شَكْلًا . . .

هَذَا مَا حَدَثَ مَعَ الْفَلَكَائِينَ الْقَدَمَاءِ عِنْدَمَا نَظَرُوا لِأَلْمَعِ النُّجُومِ فِي صَفْحَةِ السَّمَاءِ صَنَعُوا مِنْهَا أَشْكَالًا أَسْمَوْهَا «الْكُوكَبَاتِ» وَقَامُوا بِتَقْسِيمِ السَّمَاءِ عَلَى أُسَاسِهَا، وَقَدْ قَدِّمَتْ هَذِهِ الْعَمَلِيَّةُ خِدْمَةً جَلِيلَةً الْقَدْرِ لِعِلْمِ الْفَلَكِ، فَقَدْ بَاتَ التَّعَامُلُ مَعَهُ أَسْهَلَ، وَدِرَاسَتُهُ أَمْتَعَ، وَكُشِفَ مَكْنُونَاتِهِ أَيْسَرَ.

تَكَادُ النُّجُومُ لَا تُعَدُّ وَلَا تُحْصَى لِكَثْرَةِ عَدْدِهَا . . . بَعْضُهَا يُولَدُ وَالْآخَرُ يَمُوتُ، وَتَتَبَدَّلُ أَحْوَالُهَا بِاسْتِمْرَارٍ. وَمَعَ هَذِهِ الْكَثْرَةِ مِنَ النُّجُومِ إِلَّا أَنَّ وَاحِدَةً مِنْهَا تُفِيدُنَا كَثِيرًا وَتَصْبُغُ حَيَاتَنَا بِأَلْوَانِهَا الْجَمِيلَةِ كُلَّ يَوْمٍ . . . إِنَّهَا الشَّمْسُ.

"بَعِيداً فَوْقَ هَذِهِ السَّمَوَاتِ الَّتِي نَرَاهَا هُنَا،
هُنَاكَ أُخَرُ تَفُوقُ هَذِهِ بِضَوْئِهَا،
غَيْرِ مُحَدَّدَةٍ، وَغَيْرِ فَاسِدَةٍ، كَهَذِهِ ذَاتِهَا،
لَكِنَّهَا لَا نِهَائِيَّةَ بِكَبَرِهَا وَارْتِفَاعِهَا،
ثَابِتَةٌ . . . تَقِيَّ بَرِّقِهَا "

من ترنيمة الجمال السماوي، إدموند هينشير

النُّجُوم

- 5 ولادَةُ النُّجُومِ
- 7 المَجَرَّاتُ حَاضِنَاتُ النُّجُومِ
- 8 تَرْكِيبُ النُّجُومِ
- 9 عَدَدُ النُّجُومِ
- 10 مَرَاتِبُ النُّجُومِ
- 10 بُعْدُ النُّجُومِ عَنِ الْأَرْضِ
- 13 أَشْكَالُ النُّجُومِ
- 14 طَبَقَاتُ النُّجُومِ
- 16 طَاقَةُ النُّجُومِ
- 21 حُجُومُ النُّجُومِ
- 23 كُتْلَةُ النُّجُومِ (وَزْنُهَا)
- 25 حَرَكَاتُ النُّجُومِ
- 27 تَصْنِيفُ النُّجُومِ
- 29 أَنْوَاعُ النُّجُومِ
- 38 الحُشُودُ النَّجْمِيَّةُ
- 44 أَعْمَارُ النُّجُومِ
- 46 تَطَوُّرُ النُّجُومِ إِلَى عَمَالِقَةٍ
- 50 النُّجُومُ الْمُتَفَجِّرَةُ
- 54 النُّقُوبُ السَّودَاءُ
- 56 النُّجُومُ النِّيُوتْرُونِيَّةُ
- 58 فَصَائِلُ النُّجُومِ فِي المَجَرَّاتِ
- 59 تصادمُ النُّجُومِ
- 61 الغُبَارُ الكَوْنِيُّ (الغُبَارُ النَّجْمِيُّ)

النُّجُوم Stars



تَقْدِيرُ عُلَمَاءِ الْفَلَكِ عَلَى حَوَالِي (1000) مِلْيُونِ نَجْمٍ، فَإِنَّ أَضْحَمَ الْمَرَاقِبِ الْفَلَكِيَّةِ لَمْ تَسْتَطِعْ أَنْ تَكْشِفَ كُلَّ شَيْءٍ عَنْ نَجُومِهَا لِبُعْدِهَا السَّحْبِ عَنَّا، ذَلِكَ أَنَّ أَقْرَبَ مَجَرَّةٍ إِلَيْنَا هِيَ مَجَرَّةُ الْمَرْأَةِ الْمُسْلَسَلَةِ (أندروميده) تَبْعُدُ عَنَّا بِمِقْدَارِ مِلْيُونِي سَنَةٍ ضَوْئِيَّةٍ، بَيْنَمَا تَبْعُدُ الْمَجَرَّةُ الْمُسَمَّاةُ (NGC 253) مَسَافَةً (13) مِلْيُونِ سَنَةٍ ضَوْئِيَّةٍ. وَهُنَاكَ مَجَرَّاتٌ تَبَيَّنَ أَنَّهَا تَبْعُدُ عَنَّا بِمِقْدَارِ (8 - 10) مِلْيَارَاتٍ مِنَ السَّنِينَ الضَّوئِيَّةِ.

وَقَدْ أَتَاكَ قُرْبُ الشَّمْسِ مِنَّا رُصْدَهَا وَالتَّعَرُّفُ إِلَى شَكْلِهَا وَتَرْكِيبِهَا وَحَرَكَاتِهَا، وَمَا يَتِمُّ فِيهَا مِنْ تَفَاعُلَاتٍ، وَمَا يَحْدُثُ فِي بَاطِنِهَا وَعَلَى سَطْحِهَا وَفِي جَوْهَا مِنْ أَحْدَاثٍ وَمَظَاهِرٍ. وَقَدْ عُمِّمَ ذَلِكَ عَلَى النُّجُومِ الْأُخْرَى، بِاعْتِبَارِهَا شُمُوسًا كَشَمْسِنَا، إِلَى أَنْ كَشَفَتِ الْمَرَاقِبُ الضَّخْمَةُ الْحَدِيثَةُ عَمَّا تَتَمَيَّزُ بِهِ بَعْضُ النُّجُومِ عَنْ غَيْرِهَا.

وِلَادَةُ النُّجُومِ

يَتَحَوَّلُ السَّيْدِيمُ الْمُؤَلَّفُ مِنَ الْغَازِ وَالْغُبَارِ الْكَوْنِي عِنْدَ انْكِمَاشِهِ إِلَى مَجَرَّةٍ ذَاتِ شَكْلِ عَشَوَائِيٍّ، مُرْتَفَعَةِ الضَّغْطِ وَالْحَرَارَةِ، ثُمَّ لَا تَلْبُثُ أَنْ تَدْخُلَ الْمَجَرَّةُ فِي مَرَحَلَةِ انْكِمَاشٍ يَزِيدُ فِي ضَغْطِهَا وَحَرَارَتِهَا، كَمَا يُكْسِبُهَا قُوَّةَ دَوْرَانٍ مِحْوَرِيٍّ، أَيْ حَوْلَ نَفْسِهَا، يَجْعَلُهَا كُرْوِيَّةَ الشَّكْلِ أَوْ قَرِيبَةً مِنْ ذَلِكَ، كَمَا تَتَشَكَّلُ فِيهَا نَوَاةٌ مُرْتَفَعَةُ الضَّغْطِ وَالْحَرَارَةِ ذَاتُ كثَافَةٍ عَالِيَةٍ. وَمَعَ تَزَايُدِ قُوَّةِ الدَّوْرَانِ الْمِحْوَرِيٍّ فِي الْمَجَرَّةِ، تَزْدَادُ فِيهَا الْقُوَّةُ النَّابِذَةُ الَّتِي تَأْخُذُ بِطَرْدِ قِسْمٍ مِنْ جِسْمِ الْمَجَرَّةِ مِنَ الْمَرْكَزِ بِاتِّجَاهِ الْأَطْرَافِ، وَهَذَا مَا يَجْعَلُهَا تَتَحَوَّلُ شَيْئًا فَشَيْئًا إِلَى مَجَرَّةٍ ذَاتِ شَكْلِ عَدَسِيٍّ، تَتَوَسَّطُهُ النَّوَاةُ، وَتَعْمُهُ حَرَكَاتٌ تَدْوِيمٌ تَنْتُجُ عَنْهَا مِلْيَارَاتُ الدَّوَامَاتِ الْمُسْتَقْلَلَةِ عَنْ بَعْضِهَا بِالْحَرَكَةِ، وَالْمُتَرَابِطَةِ فِيمَا بَيْنَهَا بِالْجَذَابِيَّةِ؛ ثُمَّ لَا تَلْبُثُ أَنْ تَتَحَوَّلَ كُلُّ دَوَامَةٍ مِنْهَا إِلَى نَجْمٍ كُلَّمَا سَاعَدَتِ الظُّرُوفُ الْمُحِيطَةُ عَلَى

النُّجُومِ أَجْسَامٌ مُلْتَهَبَةٌ تَشْعُ نُورًا وَحَرَارَةً فِي الْفَضَاءِ الْمُحِيطِ بِهَا؛ وَمَا الشَّمْسُ إِلَّا نَجْمٌ مِنْ نَجُومِ السَّمَاءِ، وَلَكِنَّهَا فِي مَوْقِعٍ قَرِيبٍ مِنَ الْأَرْضِ، إِذْ لَا يَزِيدُ بُعْدُهَا عَنَّا أَكْثَرَ مِنْ (8) دَقَائِقِ ضَوْئِيَّةٍ، أَيْ مَا يُعَادِلُ مَسَافَةَ (150) مِلْيُونِ كَمٍ وَسَطِيًّا. بَيْنَمَا نَجِدُ أَنَّ الْمَسَافَةَ بَيْنَنَا وَبَيْنَ أَقْرَبِ نَجْمٍ إِلَيْنَا بَعْدَ الشَّمْسِ مُبَاشَرَةً، وَهُوَ النُّجْمُ الْمُسَمَّى (الْأَقْرَبُ الْقَنُطُورِي)، لَا تَقِلُّ عَنْ (4.27) سَنَوَاتٍ ضَوْئِيَّةٍ، أَيْ مَا يُعَادِلُ (270.000) مَرَّةً بُعْدَ الشَّمْسِ عَنَّا، وَبَلِيهِ النُّجْمُ الْمُسَمَّى (قَنُطُورِس) الَّذِي يَبْعُدُ عَنَّا بِمِقْدَارِ (4.31) سَنَوَاتٍ ضَوْئِيَّةٍ؛ وَأَبْعَدُ نَجْمٍ هُوَ النُّجْمُ الْمُسَمَّى (ذَنْبُ الدَّجَاجَةِ) الَّذِي يَقَعُ عَلَى بُعْدِ (600) سَنَةٍ ضَوْئِيَّةٍ عَنَّا. أَمَّا النُّجُومُ الَّتِي تَضُمُّهَا الْمَجَرَّاتُ الَّتِي قُدِّرَ عَدْدُهَا بِـ (600) أَلْفِ مِلْيُونِ مَجَرَّةٍ، وَالَّتِي يَخْتَوِي كُلُّ مِنْهَا حَسَبِ

اللَّذِينَ يَزِيدَانِ فِي كَثَافَةِ تِلْكَ الدَّوَامَاتِ، وَيَرْفَعَانِ ضَغْطَهَا وَحَرَارَتَهَا لِدَرَجَةٍ تَسْمَحُ بِنُشُوءِ تَفَاعُلِ نَوَوِي فِيهَا، يُحَوِّلُ هَيْدروجينَهَا إِلَى (هَلِيُوم)، وَيُحِيلُ الدَّوَامَةَ إِلَى نَجْمٍ مُتَاجِّجِ الْحَرَارَةِ، سَاطِعِ النُّورِ. وَلِهَذَا تَكُونُ النُّجُومُ الْمَوْجُودَةُ عِنْدَ مَحَوَّرِ الْمَجَرَّةِ، أَوْ الْمَحِيطَةِ بِهِ، نُجُومًا هَرِمَةً، بَيْنَمَا تَكُونُ النُّجُومُ الَّتِي نَجِدُهَا فِي الْأَذْرُعِ شَابَّةً فَنِيَّةً، إِذْ تَشَكَّلَتْ فِي فِتْرَةٍ مُتَأَخِّرَةٍ مِنْ عُمُرِ الْمَجَرَّةِ.

مَرَاكِزُ تَشَكُّلِ النُّجُومِ وَاسْتِفْرَاجُهَا

عِنْدَ انْكِمَاشِ الدَّوَامَةِ الْمَجَرِّيَّةِ، تَزْدَادُ قُوَّةُ الْجَذْبِ فِيهَا، فَيَرْتَفِعُ الضَّغْطُ فِي مَرَكِّزِهَا ارْتِفَاعًا كَبِيرًا، وَتَأْخُذُ الذَّرَاتُ بِالتَّهَاقُوتِ مِنْ أَطْرَافِ الدَّوَامَةِ نَحْوَ مَرَكِّزِهَا، مُتَصَادِمَةً أَتْنَاءَ



ذَلِكَ، بَعْدَ أَنْ تَمُرَّ كُلُّ دَوَامَةٍ بِالْمَرَاكِزِ الَّتِي مَرَّتْ فِيهَا أُمُّهَا الْمَجَرَّةُ. وَنَظَرًا لِغَنَى دَوَامَاتِ مَرَكِّزِ الْمَجَرَّةِ وَالْقِسْمِ الْمُحِيطِ بِهِ بِالْغَازِ وَالْغُبَارِ الْكُوفِيِّينِ الْكَثِيفِينَ، وَارْتِفَاعِ الضَّغْطِ وَالْحَرَارَةِ فِيهِمَا إِلَى مِليَارَاتِ الدَّرَجَاتِ، تَنْشَطُ التَّفَاعُلَاتُ النَّوَوِيَّةُ فِي دَوَامَاتِ هَاتَيْنِ الْمِنْطَقَتَيْنِ قَبْلَ غَيْرِهِمَا مِنْ مَنَاطِقِ الْمَجَرَّةِ، وَيَأْخُذُ غَازُ (الْهَيْدروجِينِ) بِالتَّحَوُّلِ فِي تِلْكَ الدَّوَامَاتِ إِلَى غَازِ (الْهَلِيُومِ) نَاشِرًا حَرَارَةً هَائِلَةً وَنُورًا سَاطِعًا، وَمُعْلِنًا عَنْ تَحَوُّلِ الدَّوَامَةِ إِلَى نَجْمٍ وَلِيدٍ.

وَتَظَلُّ الدَّوَامَاتُ الْقَائِمَةُ فِي بَقِيَّةِ أُنْحَاءِ الْمَجَرَّةِ عَلَى حَالِهَا إِلَى أَنْ يَزْدَادَ دَوْرَانُ الْمَجَرَّةِ الْمَحَوَّرِيِّ الَّذِي يَدْفَعُ بِكَمِّيَّاتٍ أَكْبَرَ مِنَ الْغَازِ وَالْغُبَارِ الْكُوفِيِّ نَحْوَ أَطْرَافِهَا بِفِعْلِ الْقُوَّةِ النَّابِذَةِ. وَعِنْدَهَا تَمْتَدُّ مِنْ جِسْمِ الْمَجَرَّةِ أَذْرُعٌ لَوْلِيَّةِ الشَّكْلِ، تَمُدُّ الدَّوَامَاتِ الْمَوْجُودَةَ فِيهَا بِمَزِيدٍ مِنَ الْغَازِ وَالْغُبَارِ الْكُوفِيِّ

ذَلِكَ مَعَ بَعْضِهَا؛ وَيُؤَدِّي ذَلِكَ التَّصَادُّمُ إِلَى ارْتِفَاعِ حَرَارَةِ الدَّوَامَةِ ارْتِفَاعًا كَبِيرًا، يَسْمَحُ بِنُشُوءِ تَفَاعُلَاتٍ نَوَوِيَّةٍ، تُحَوِّلُ غَازَ هَيْدروجِينِ الدَّوَامَةِ، عَلَى مَدَى مِلايِينِ السَّنِينَ، إِلَى غَازِ الْهَلِيُومِ. وَبِاتِّسَاعِ مَرَكِّزِهَا تِلْكَ التَّفَاعُلَاتُ، فِي الْفَضَاءِ الْمُحِيطِ بِهَا، حَرَارَةٌ هَائِلَةٌ وَنُورٌ سَاطِعٌ وَهَاجٌ. وَعِنْدَهَا تَكُونُ الدَّوَامَةُ قَدْ تَحَوَّلَتْ إِلَى نَجْمٍ وَلِيدٍ، وَلَكِنَّهُ غَيْرُ مُسْتَقَرٍّ، شَأْنُ كُلِّ مَوْلُودٍ جَدِيدٍ.



المَجَرَّاتُ حَاضِنَاتُ النُّجُومِ



عِنْدَمَا تُكُونُ الْمَجَرَّةُ كَثِيفَةً دَاكِئَةً لِفَنَائِهَا بِالْغَازِ وَالْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ، فَإِنَّهَا تُصَنَّفُ فِي عِدَادِ الْمَجَرَّاتِ الشَّابَّةِ الْفَتِيَّةِ الَّتِي تَسْتَطِيعُ أَنْ تَلِدَ مَجَرَّاتِ النُّجُومِ، وَيُطْلَقُ عَلَيْهَا اسْمُ (الْمَجَرَّاتِ حَاضِنَاتِ النُّجُومِ). أَمَّا الْمَجَرَّاتُ الَّتِي أَصْبَحَتْ شَفَافَةً، لَا

وَمَعَ تَرَايِدِ دَوْرَانِ النُّجْمِ حَوْلَ نَفْسِهِ، وَازْدِيَادِ الْقُوَّةِ النَّابِذَةِ فِيهِ لِدَرَجَةٍ تَتَعَادَلُ فِيهَا مَعَ الْقُوَّةِ الْجَادِبَةِ فِيهِ، يَدْخُلُ النُّجْمُ مَرَحَلَةَ التَّوَازُنِ، وَتِلْكَ هِيَ الْمَرَحَلَةُ الَّتِي يُصْبِحُ فِيهَا النُّجْمُ مُسْتَقَرًّا، كَامِلَ الشَّكْلِ.

العَوَامِلُ الْمُعَجِّلَةُ فِي وَلَادَةِ بَعْضِ النُّجُومِ

هُنَاكَ عَوَامِلُ تُعَجِّلُ فِي وَلَادَةِ بَعْضِ النُّجُومِ قَبْلَ الْمِيْعَادِ الْمَحْدَدِ لَهَا، وَأَهْمُهَا تَعَرُّضُ الدَّوَامَةِ الْمَجَرَّةِيَّةِ لِمَوْجَاتِ الضُّغُوطِ الْكَوْنِيَّةِ الَّتِي تَأْتِيهَا مِنَ الْفَضَاءِ الْمُحِيطِ بِهَا، إِذْ تَزِيدُ فِي ضَغْطِ الدَّوَامَةِ، وَفِي رَفْعِ حَرَارَتِهَا، وَتُعَجِّلُ فِي تَشَكُّلِ النُّجْمِ وَوِلَادَتِهِ. وَأَهَمُّ مَصَادِرِ تِلْكَ الْمَوْجَاتِ الضَّاعِطَةِ :

(أ) بَعْضُ الْمَجَرَّاتِ الْمُجَاوِرَةِ.

(ب) النُّجُومُ الْمُتَفَجِّرَةُ الْمُسَمَّاةُ (سوبرنوفا) - أَيِ النُّجُومِ

مَا فَوْقَ الْجَدِيدَةِ.



العَوَامِلُ الْمُعَجِّلَةُ فِي وَلَادَةِ بَعْضِ النُّجُومِ

8. المَغْنِيزِيُومُ : وَنِسْبَتُهُ حَوَالِي (0.09 %) حَسَبَ عُمُرِ النَّجْمِ وَمَدَى تَطَوُّرِهِ .
9. النِّيُونُ : وَنِسْبَتُهُ حَوَالِي (0.07 %) حَسَبَ عُمُرِ النَّجْمِ وَمَدَى تَطَوُّرِهِ .



وَبِصُورَةٍ عَامَّةٍ، فَإِنَّا كُلَّمَا اتَّجَهْنَا مِنْ سَطْحِ النَّجْمِ نَحْوَ مَرْكَزِهِ، وَجَدْنَا أَنَّ نِسْبَةَ غَازِ (الْهَيْدُرُوجِينِ) تَقِلُّ، بَيْنَمَا نَأْخُذُ نِسْبَةَ غَازِ (الْهَلِيُومِ) بِالْإِرْتِفَاعِ؛ حَتَّى إِنَّا لَا نَعْتَزُّ إِلَّا عَلَى الْقَلِيلِ مِنَ (الْهَيْدُرُوجِينِ) عِنْدَ الْمَرْكَزِ، بِسَبَبِ خِفَّةِ (الْهَيْدُرُوجِينِ) بِالنَّسْبَةِ لِغَازِ (الْهَلِيُومِ). وَبِصُورَةٍ عَامَّةٍ، فَإِنَّ

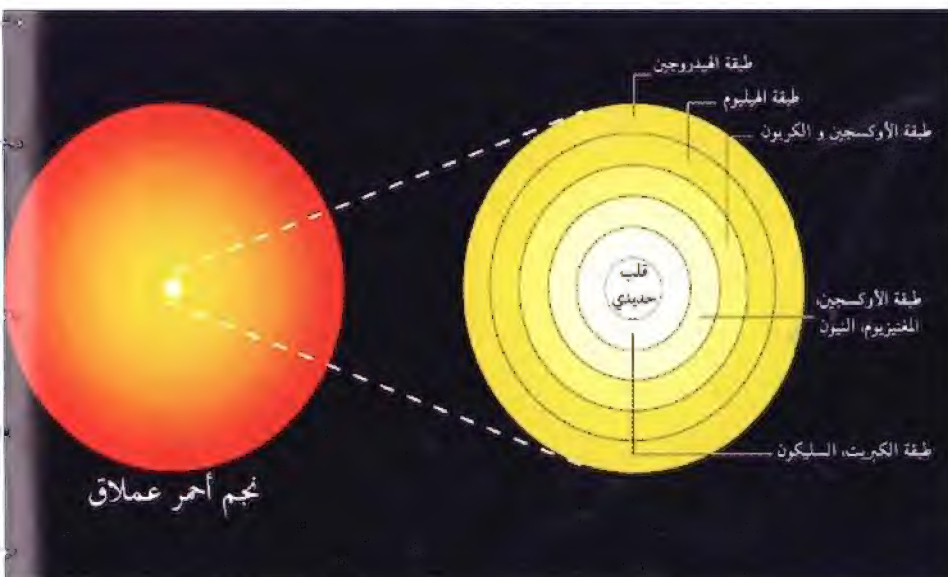
تَحْجِبُ مَا خَلْفَهَا مِنْ أَجْرَامٍ كَوْنِيَّةٍ، فَهِيَ مَجَرَّاتٌ هَرَمَةٌ، فَقَدَتْ مُعْظَمَ غَازِهَا وَغُبَارِهَا الْكَوْنِيَّ، وَتَنْتَظِرُ نِهَايَتَهَا، إِلَّا إِذَا جَدَّتْ ظُرُوفٌ أَغْنَتْهَا مِنْ جَدِيدٍ بِالْغَازِ وَالْغُبَارِ الْكَوْنِيَّ، وَفِي مُقَدِّمَةِ تِلْكَ الظُّرُوفِ أَنْ تَصْطَدِمَ بِهَا مَجَرَّةٌ شَابَّةٌ أَوْ مَجَرَّةٌ تَرَابِيَّةٌ، أَوْ أَنْ تُغْذِيَهَا التَّفَاعُلَاتُ النُّوَوِيَّةُ بِغَازَاتٍ جَدِيدَةٍ.

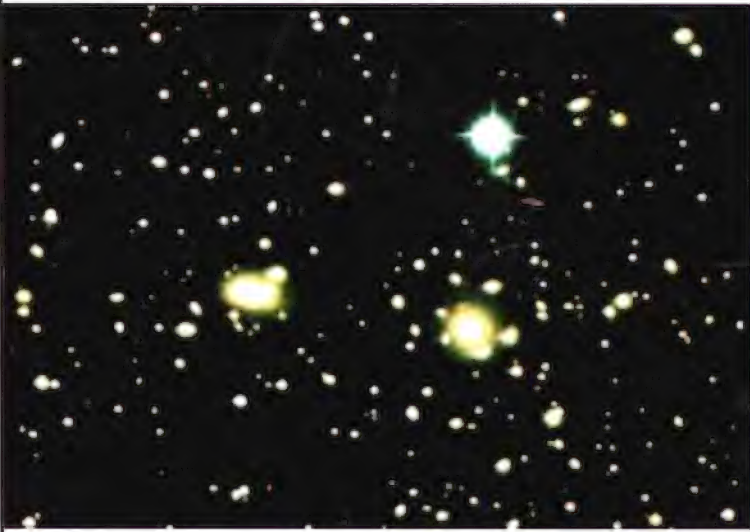
تَرْكِيبُ النُّجُومِ

أَمَكْنَ التَّعَرُّفُ إِلَى الْمَادَّةِ الَّتِي تَتَأَلَّفُ مِنْهَا النُّجُومُ عَنْ طَرِيقِ تَحْلِيلِ أَشْعَتِهَا الضُّوئِيَّةِ إِلَى أَطْيَافِ بَوَسَاطَةِ الْمِطْيَافِ الَّذِي يَحْتَوِي عَلَى مَوْشُورٍ زُجَاجِيٍّ مُثَبَّتٍ أَمَامَ عَدْسَتِهِ. وَلَمَّا كَانَ لِكُلِّ مَادَّةٍ، إِذَا مَا بَلَغَتْ مَرَحَلَةَ التَّوَهُجِ، طَيْفٌ خَاصٌّ بِهَا، أَمَكْنَ التَّعَرُّفُ عَلَى الْمَوَادِّ الَّتِي تَتَرَكَّبُ مِنْهَا النُّجُومُ، مَعَ اخْتِلَافٍ فِي نِسَبِ تِلْكَ الْمَوَادِّ نَاتِجٍ عَنِ الْمَرَحَلَةِ الَّتِي بَلَغَهَا النَّجْمُ فِي دَرَجَةِ تَطَوُّرِهِ. وَأَهَمُّ الْعَنَاصِرِ الْمُرَكَّبَةِ لِلنُّجُومِ هِيَ :

1. الْهَيْدُرُوجِينُ : وَنِسْبَتُهُ تَتَرَاوَحُ بَيْنَ (30 - 90 %) حَسَبَ عُمُرِ النَّجْمِ وَمَدَى تَطَوُّرِهِ.
2. الْهَلِيُومُ : وَنِسْبَتُهُ تَتَرَاوَحُ بَيْنَ (60 - 10 %) حَسَبَ عُمُرِ النَّجْمِ وَمَدَى تَطَوُّرِهِ.
3. الْأُوكْسِجِينُ : وَنِسْبَتُهُ حَوَالِي (1 %) حَسَبَ عُمُرِ النَّجْمِ وَمَدَى تَطَوُّرِهِ.

4. الْكَرْبُونُ : وَنِسْبَتُهُ حَوَالِي (0.4 %) حَسَبَ عُمُرِ النَّجْمِ وَمَدَى تَطَوُّرِهِ.
5. الْحَدِيدُ : وَنِسْبَتُهُ حَوَالِي (0.16 %) حَسَبَ عُمُرِ النَّجْمِ وَمَدَى تَطَوُّرِهِ.
6. السِّلِيُكُونُ : وَنِسْبَتُهُ حَوَالِي (0.1 %) حَسَبَ عُمُرِ النَّجْمِ وَمَدَى تَطَوُّرِهِ.
7. الْأَزُوتُ : وَنِسْبَتُهُ حَوَالِي (0.1 %) حَسَبَ عُمُرِ النَّجْمِ وَمَدَى تَطَوُّرِهِ.





إِحْصَاءُ كُلِّ نُجُومِ السَّمَاءِ بِشَكْلِ كَامِلٍ، أَوْ قَرِيبًا مِنْ ذَلِكَ. وَتَوَصَّلُوا إِلَى طَرِيقَةٍ تَحُلُّ لَهُمْ هَذَا الْإِشْكَالَ الَّذِي سَتَظَلُّ الْمَرَاقِبُ عَاجِزَةً عَنْ حَلِّهِ مَهْمَا تَطَوَّرَتْ، إِنَّهَا طَرِيقَةُ وَزْنِ النُّجُومِ الْمَوْجُودَةِ فِي هَذَا الْكَوْنِ؛ وَقَدْ اسْتَحْدَمَهَا الْعُلَمَاءُ فِي الْحُصُولِ عَلَى وَزْنِ الشَّمْسِ حِينَ اعْتَمَدُوا عَلَى مَعْرِفَةِ مِقْدَارِ الْجَذَابِيَّةِ الَّتِي تُؤَثِّرُ بِهَا الشَّمْسُ فِي كَوَاكِبِهَا، فَتَجْعَلُ لِكُلِّ كَوْكَبٍ مَدَارًا خَاصًّا بِهِ يَتَنَاسَبُ مَعَ مِقْدَارِ الْجَذَابِيَّةِ الَّتِي يَخْضَعُ لَهَا طِيلَةُ دَوْرَانِهِ حَوْلَ الشَّمْسِ. وَعَنْ طَرِيقِ مَعْرِفَةِ شَكْلِ كُلِّ مَدَارٍ وَبُعْدِهِ أَوْ قُرْبِهِ مِنَ الشَّمْسِ، تَمَكَّنُوا بِالطَّرَائِقِ الرَّيَاضِيَّةِ وَالْفِيزِيَاءِيَّةِ مِنَ التَّوَصُّلِ إِلَى مَعْرِفَةِ وَزْنِ الشَّمْسِ، أَيْ (كُتْلَتِهَا). وَلَمَّا كَانَتْ النُّجُومُ الَّتِي تَوْجَدُ فِي آيَةِ مَجَرَّةٍ مِنْ مَجَرَّاتِ هَذَا الْكَوْنِ لَا تَخْضَعُ لِقُوَّةِ جَذَبِ مَرَكِّزِ الْمَجَرَّةِ فَقَطْ، وَإِنَّمَا تَتَأَثَّرُ بِجَذَبِ كُتْلَةِ جَمِيعِ نُجُومِ تِلْكَ الْمَجَرَّةِ، فَإِنَّا عِنْدَمَا نَعْرِفُ مَدَارَ أَيْ نَجْمٍ مِنَ النُّجُومِ فِيهَا، نَسْتَطِيعُ أَنْ نَعْرِفَ وَزْنَ تِلْكَ الْمَجَرَّةِ، أَيْ وَزْنَ جَمِيعِ النُّجُومِ الْمَوْجُودَةِ فِيهَا.

وَلَمَّا كَانَ وَزْنُ الشَّمْسِ يُعَادِلُ الْوِزْنَ الْمُتَوَسِّطَ لِكُلِّ نَجْمٍ مِنْ نُجُومِ الْمَجَرَّاتِ الْأُخْرَى، فَإِنَّا عِنْدَمَا نُقَسِّمُ وَزْنَ الْمَجَرَّةِ عَلَى وَزْنِ الشَّمْسِ، نَحْصُلُ عَلَى عَدَدِ نُجُومِ تِلْكَ الْمَجَرَّةِ. وَبِهَذِهِ الطَّرِيقَةِ اسْتَطَعْنَا الْحُصُولَ عَلَى عَدَدِ نُجُومِ جَمِيعِ مَجَرَّاتِ

نِسْبَةِ (الهيدروجين) فِي النُّجُومِ الْفَتِيَّةِ الْحَدِيثَةِ تُشَكِّلُ أَكْثَرَ مِنْ (95 %) مِنْ تَرَكِيبِهَا، بَيْنَمَا تَهَيِّطُ نِسْبَةُ (الهيدروجين) فِي النُّجُومِ الْهَرِمَةِ إِلَى (10 أَوْ 5 %)، وَتَرْتَفِعُ فِيهَا نِسْبَةُ (الهيليوم) إِلَى (60 %) مِنْ تَرَكِيبِهَا.

وَيَرْجِعُ سِرُّ تَغْيِيرِ هَذِهِ النِّسْبَةِ بَيْنَ (الهيدروجين) وَ(الهيليوم) فِي النُّجُومِ إِلَى أَنَّ النُّجُومَ تَلْتَهُمُ شَيْئًا فَشَيْئًا (الهيدروجين) الْمُرَكَّبَ لَهَا، مُحَوِّلَةً إِيَّاهُ إِلَى (هيليوم)؛ وَلِهَذَا قِيلَ بِأَنَّ (الهيدروجين) هُوَ طَعَامُ النُّجُومِ وَ(الهيليوم) هُوَ الرَّمَادُ الْمُتَخَلَّفُ عَنْهُ.

وَبِمَا أَنَّ الشَّمْسَ نَجْمٌ مَضَى نِصْفُ عُمُرِهِ، إِذْ مَضَى عَلَى وُجُودِهَا حَوَالِي (4600) مِلْيُونِ سَنَةٍ، فَإِنَّ نِسْبَةَ (الهيدروجين) فِيهَا تُشَكِّلُ (50 %) مِنْ تَرَكِيبِهَا، وَنِسْبَةُ (الهيليوم) (49 %)، وَيَظَلُّ (1 %) فِيهَا مُرَكَّبًا مِنْ بَقِيَّةِ الْعَنَاصِرِ الَّتِي ذَكَرْنَاهَا. وَبِسَبَبِ خِفَةِ (الهيدروجين)، فَإِنَّ مُعْظَمَهُ يَتَجَمُّعُ عِنْدَ السَّطْحِ حَتَّى تَبْلُغَ نِسْبَتُهُ هُنَاكَ أَقْلَ مِنْ (75 %) بِقَلِيلٍ، بَيْنَمَا تَهَيِّطُ نِسْبَتُهُ إِلَى (34 %) قُرْبَ النُّوَاةِ حَيْثُ يُشَكِّلُ (الهيليوم) هُنَاكَ (65 %)، وَتَرْتَفِعُ نِسْبَتُهُ إِلَى (99 %) عِنْدَ مَرَكِّزِهَا.

عَدَدُ النُّجُومِ

إِنَّ أَكْثَرَ النَّاسِ حِدَّةً فِي أَبْصَارِهِمْ لَا يَسْتَطِيعُونَ أَنْ يَرَوْا أَكْثَرَ مِنْ (3000) نَجْمٍ فِي السَّمَاءِ، عِلْمًا بِأَنَّ الْمَرَاقِبَ الْفَلَكَيَّةَ Telescopes الْكَبِيرَةَ يُمَكِّنُهَا أَنْ تَكْشِفَ لَنَا عَنْ (1500) مِلْيُونِ نَجْمٍ.

وَمَعَ تَطَوُّرِ صِنَاعَةِ الْمَرَاقِبِ، ارْتَفَعَ هَذَا الرَّقْمُ إِلَى أَكْثَرَ مِنْ ذَلِكَ بِكَثِيرٍ. وَالْإِعْتِقَادُ السَّائِدُ أَنَّهُ مَهْمَا حَاوَلَ الْعُلَمَاءُ صِنَاعَةَ مَرَاقِبَ أَقْدَرَ عَلَى كَشْفِ نُجُومٍ جَدِيدَةٍ أَكْثَرَ مِمَّا سَبَقَهَا، فَسَتَظَلُّ عَاجِزَةً عَنْ رُؤْيَةِ وَإِحْصَاءِ كُلِّ نُجُومِ السَّمَاءِ.

وَقَدْ بَحَثَ الْعُلَمَاءُ عَنْ طَرِيقَةٍ يَسْتَطِيعُونَ بِوَسَاطَتِهَا



أَكْثَرُ نَجُومِ السَّمَاءِ لَمَعَانًا يَفِغُ فِي كَوْكَبَةِ (الْكَلْبِ الْأَكْبَرِ)

هَذَا الْكَوْنِ، وَتَبَيَّنَ أَنَّهَا فِي حُدُودِ (100.000) مِلْيُونِ نَجْمٍ؛ وَإِنَّا إِذَا مَا أَرَدْنَا عَدَّهَا، وَبِمَعْدَلِ (150) نَجْمًا فِي الدَّقِيقَةِ الْوَاحِدَةِ، اخْتَجْنَا إِلَى (7000) سَنَةٍ كَي نَنْتَهِيَ مِنْ ذَلِكَ.

مَرَاتِبُ النُّجُومِ

تُقَسَّمُ النُّجُومُ بِحَسَبِ دَرَجَةِ لَمَعَانِهَا أَوْ أَقْدَارِهَا Magnitudes إِلَى (6) مَرَاتِبٍ، تَتَرَاوَحُ دَرَجَةُ لَمَعَانِهَا بَيْنَ (-1) وَ(+5). وَفِي عُرْفِ الْفَلَكَائِيِّينَ أَنَّهُ كُلَّمَا تَدَنَّى رَقْمُ النَجْمِ، كَانَ أَعْلَى مَرْتَبَةٍ وَأَكْثَرَ لَمَعَانًا. مِنْ ذَلِكَ أَنَّ نَجْمَ (الشُّعْرَى الْيَمَانِيَّةِ) الْمَوْجُودَ فِي كَوْكَبَةِ (الْكَلْبِ الْأَكْبَرِ) فِي سَمَاءِ نِصْفِ الْكُرَّةِ الْجَنُوبِيِّ، وَهُوَ أَكْثَرُ نَجُومِ السَّمَاءِ لَمَعَانًا، يُعْطَى لَهُ الرَّقْمُ (-1)، وَلَا يُشَارِكُهُ فِي هَذِهِ الْمَرْتَبَةِ إِلَّا الشَّمْسُ، بَيْنَمَا يُعْطَى لِأَقْلَى النُّجُومِ لَمَعَانًا الرَّقْمُ (5).

بُعْدُ النُّجُومِ عَنِ الْأَرْضِ

إِنَّ جَمِيعَ النُّجُومِ الَّتِي نُشَاهِدُهَا فِي سَمَائِنَا مَا هِيَ إِلَّا جُزْءٌ صَغِيرٌ مِنْ نَجُومِ مَجَرَّتِنَا. وَلَا تَزَالُ خَلْفَ هَذِهِ النُّجُومِ نَجُومٌ هَائِلَةٌ الْعَدَدِ، كَشَفَتْ عَنْهَا الْمَرَاقِبُ بَعْدَ أَنْ عَجِزَتْ أَبْصَارُنَا عَنْ بُلُوغِهَا.

وَلَمْ يَفْتَصِرْ كَشْفُ الْمَرَاقِبِ الْمُتَطَوِّرَةِ عَلَى نَجُومِ مَجَرَّتِنَا فَقَطْ، بَلِ اسْتَطَاعَتْ أَنْ تَسْمَحَ لَنَا بِرُؤْيَا وَتَصْوِيرِ نَجُومِ الْمَجَرَّاتِ الْأُخْرَى، وَبِرُؤْيَا وَتَصْوِيرِ تِلْكَ الْأَجْرَامِ السَّمَاوِيَّةِ الْعَجِيبَةِ الْقَابِعَةِ فِي أَعْمَاقِ الْفَضَاءِ خَلْفَ الْمَجَرَّاتِ عَلَى أَبْعَادٍ تَتَرَاوَحُ بَيْنَ (2000 – 10.000) مِلْيُونِ سَنَةٍ ضَوْئِيَّةٍ عَنَّا، وَالَّتِي دَعَاهَا الْعُلَمَاءُ بِاسْمِ (الكَازَارَاتِ) أَوْ (الْكُويزَارَاتِ)؛ وَقَدْ تَبَيَّنَ أَنَّ نُورَهَا الْبَنَفَسِيحِي يَفُوقُ نُورَ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (1000) مِلْيُونِ مَرَّةٍ.

يَعُدُّ النَجْمُ الْمُسَمَّى (أَلْفَا. قنطورس)، الْوَاقِعُ فِي كَوْكَبَةِ (قنطورس)، أَقْرَبَ نَجْمٍ إِلَيْنَا مِنْ بَيْنِ أَلْمَعِ (20) نَجْمًا مِنْ

مراتب النجوم

●	نجم الشعري اليمانية 1-
●	0.0
●	1.0
●	2.0
●	3.0
●	4.0
●	5.0

وَعَلَى الرَّغْمِ مِنْ أَنَّ هُنَاكَ نَجُومًا تَفُوقُ بِلَمَعَانِهَا لَمَعَانَ (الشُّعْرَى الْيَمَانِيَّةِ)، مِثْلَ النَجْمِ الْمُسَمَّى (الرَّجُلِ) الَّذِي يَفُوقُهَا بِمِقْدَارِ (263) مَرَّةٍ تَقْرِيْبًا، إِلَّا أَنَّ بُعْدَهُ عَنَّا، وَقُرْبَ (الشُّعْرَى الْيَمَانِيَّةِ) مِنَّا، جَعَلَ نَجْمَ (الرَّجُلِ) يَحْتُلُّ الْمَرْتَبَةَ السَّابِعَةَ بَعْدَ (الشُّعْرَى الْيَمَانِيَّةِ).

قِيَاسُ بُعْدِ النُّجُومِ عَنِ الْأَرْضِ

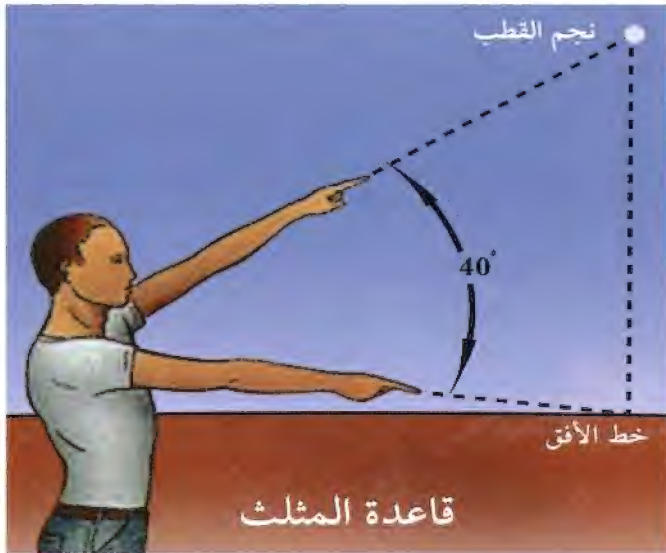
عِنْدَمَا نُرِيدُ مَعْرِفَةَ بُعْدِ جِسْمٍ عَنَّا لَا نَسْتَطِيعُ بُلُوغَهُ فَإِنَّا نَرَسُمُ قَاعِدَةً مُثَلَّثَ حَيْثُ نَقْفُ، وَنَمَدُّ مِنْ نَهَايَتَيْهَا ضِلْعَيْنِ نُوَجِّهُهُمَا إِلَى نَقْطَةٍ وَاحِدَةٍ مُحَدَّدَةٍ عَلَى ذَلِكَ الْجِسْمِ. وَبِمَا أَنَّا نَعْرِفُ طُولَ الْقَاعِدَةِ وَالزَّاوِيَتَيْنِ الْمُجَاوِرَتَيْنِ لَهُ، نَسْتَطِيعُ أَنْ نَتَوَصَّلَ إِلَى مَعْرِفَةِ ارْتِفَاعِ ذَلِكَ الْمَثَلَّثِ، وَيَكُونُ هُوَ بُعْدُ ذَلِكَ الْجِسْمِ عَنَّا.

فَهَلْ نَسْتَطِيعُ بِاسْتِخْدَامِ مِثْلِ هَذِهِ الطَّرِيقَةِ الرِّيَاضِيَّةِ الْمَسَاحِيَّةِ أَنْ نَقِيسَ بُعْدَ النُّجُومِ عَنَّا؟

لَقَدْ جُرِّبَتْ هَذِهِ الطَّرِيقَةُ لِقِيَاسِ بُعْدِ الْقَمَرِ عَنَّا، فَتَبَيَّنَ أَنَّهُ لَا بُدَّ مِنْ اتِّخَاذِ قَاعِدَةٍ مُثَلَّثٍ يُعَادِلُ طُولَهَا طُولَ قُطْرِ الْأَرْضِ الْإِسْتَوَائِيِّ، أَيْ أَكْثَرَ مِنْ (12.756) كَم بِقَلِيلٍ، كَيْ يَلْتَقِيَ ضِلْعَاهُ عَلَى سَطْحِ الْقَمَرِ، عِلْمًا بِأَنَّهُ بُعْدُهُ عَنَّا لَا يَتَجَاوَزُ وَسَطِيًّا (360.000) كَم.



نُجُومٍ مَجَرَّتَنَا، وَيُرْمَزُ إِلَيْهِ بِحَرْفِ (α)، إِذْ لَا يَبْعُدُ عَنَّا أَكْثَرَ مِنْ (4.3) سَنَوَاتٍ ضَوْئِيَّةٍ، لِذَا دُعِيَ بِالْأَقْرَبِ الْقَنُطُورِيِّ. أَمَّا أَبْعَدُ نَجْمٍ عَنَّا فَهُوَ نَجْمُ (الذَّنَبِ) الْوَاقِعُ فِي كَوْكَبَةِ (الدَّجَاجَةِ)، وَالَّذِي يُرْمَزُ إِلَيْهِ بِحَرْفِ (α)، وَيُقَدَّرُ بُعْدُهُ بِـ (600) سَنَةٍ ضَوْئِيَّةٍ.



أَمَّا إِذَا مَا أَرَدْنَا قِيَاسَ بُعْدِ أَقْرَبِ نَجْمٍ إِلَيْنَا، وَهُوَ (ألْفَا. قنطورس)، فَلَا بُدَّ لَنَا مِنْ قَاعِدَةٍ مُثَلَّثٍ طُولُهَا يُعَادِلُ الْقُطْرَ الْكَبِيرَ لِمَدَارِ الْأَرْضِ الْإِهْلِيلَجِيِّ، وَالْمُقَدَّرِ بِحَوَالِي (300) مِلْيُونِ كَم، حَيْثُ يَتِمُّ رَصْدُ النُّجُومِ فِي أَوَّلِ يَوْمٍ مِنْ أَيَّامِ الْإِنْقِلَابِ



وَعِنْدَمَا يَزِيدُ بُعْدُهُ عَنَّا بِمِقْدَارِ (3) أَمْثَالِ الْمَسَافَةِ الْقَائِمَةِ بَيْنَنَا وَبَيْنَ الشَّمْسِ، نَجِدُ أَنَّ نُورَهُ يَقِلُّ عَن نُّورِهَا بِمِقْدَارِ (9) مَرَّاتٍ. وَقِيَاسًا عَلَى ذَلِكَ، إِذَا مَا عَلِمْنَا مِقْدَارَ حَجْمِ نَجْمٍ، وَكُتْلَتِهِ، وَلَمَعَانِهِ، أَمْكَنَّا بَعْدَ مُقَارَنَةِ لَمَعَانِهِ بِلَمَعَانِ الشَّمْسِ، أَنْ نَعْلَمَ مِقْدَارَ الْمَسَافَةِ الَّتِي تَفْصِلُنَا عَنْهُ مَا دُمْنَا نَعْرِفُ الْمَسَافَةَ الْقَائِمَةَ بَيْنَنَا وَبَيْنَ الشَّمْسِ، وَالْمُقَدَّرَةَ وَسَطِيًّا بِ (150) مِلْيُونِ كَمٍ، وَهِيَ الْمَعْرُوفَةُ بِاسْمِ الْوَحْدَةِ الْفَلَكِيَّةِ. إِلَّا أَنَّ هَذِهِ الْوَحْدَةَ الْفَلَكِيَّةَ تُعْتَبَرُ شَيْئًا ضَخِيمًا جِدًّا بِالمُقَارَنَةِ مَعَ الْمَسَافَاتِ الَّتِي تَفْصِلُ بَيْنَنَا وَبَيْنَ النُّجُومِ، لِذَا اعْتَمَدَ الْفَلَكِيُّونَ السِّنِينَ الضَّوِّيَّةَ لِقِيَاسِ مِثْلِ تِلْكَ الْمَسَافَاتِ.

هَذَا بِالنِّسْبَةِ لِبُعْدِ النُّجُومِ الَّتِي تُسَاوِي الشَّمْسَ حَجْمًا وَكُتْلَةً وَلَمَعَانًا؛ أَمَّا النُّجُومُ الَّتِي تَخْتَلِفُ مَعَ الشَّمْسِ فِي وَاحِدٍ مِّن تِلْكَ الْأُمُورِ أَوْ أَكْثَرَ، زِيَادَةً أَوْ نُقْصَانًا، فَتُؤْخَذُ تِلْكَ الْأُمُورُ بِعَيْنِ الْإِعْتِبَارِ عِنْدَ قِيَاسِ الْمَسَافَةِ.

وَقَدْ قَامَ الْعَالِمُ الْفَلَكِيُّ (ستينز)، مَعَ عَدَدٍ مِّن زُمَلَائِهِ الْأَسَاتِذَةِ مِنَ الْمُتَخَصِّصِينَ بِعِلْمِ الْفَلَكِ، بِاسْتِخْدَامِ جِهَازٍ كَهَرَضَوْنِيٍّ صُمِّمَ خَصِيصًا لِقِيَاسِ بُعْدِ النُّجُومِ؛ وَقَدْ أُعْطِيَ نَتَائِجُ مُمْتَازَةٍ وَمُسْجَعَةٍ، بَعْدَ أَنْ اسْتُخْدِمَ فِي قِيَاسِ بُعْدِ حَوَالِي (1000) نَجْمٍ.

اقْتِرَابِ النُّجُومِ وَابْتَعَادِهَا عَنَّا

لَقَدْ تَمَكَّنَ الْعَالِمُ الْفَلَكِيُّ (دوبلر) مِنَ الْكَشْفِ عَن وُجُودِ نَوْعَيْنِ مِنَ النُّجُومِ: أَحَدُهُمَا يَتَّجِهَ مُسْرِعًا نَحْوَنَا، وَثَانِيَهُمَا يُدْبِرُ مُسْرِعًا عَنَّا؛ وَذَلِكَ عَن طَرِيقِ رَصْدِهِ الْمُسْتَمِرِّ لِلنُّجُومِ الَّتِي لَا تَحُولُ السُّدُمُ دُونِ رُؤْيَيْهَا وَاضِحَةً كُلِّ الْوُضُوحِ بِالمَرَاقِبِ. وَصَاحَ كَشْفُهُ هَذَا بِقَانُونِ اعْتِمَادِهِ عِلْمَاءُ الْفَلَكِ، وَدُعِيَ تَكْرِيمًا لَهُ بِاسْمِ (قَانُونِ دوبلر) Doppler law، وَمُلَخَّصُهُ: "إِنَّ النُّجُومَ الَّتِي تَزْدَادُ زُرْقَتُهَا خِلَالَ رَصْدِهَا

الصَّيْفِيِّ، وَكَأَنَّا نَزُوسُ مِنْ إِحْدَى نِهَائِيَّتَيْ تِلْكَ الْقَاعِدَةِ الضِّلَعِ الْأَوَّلِ الْمُتَّجِهَةِ نَحْوَ النَّجْمِ، ثُمَّ يَتِمُّ رَصْدُ النَّجْمِ ثَانِيَةً فِي أَوَّلِ يَوْمٍ مِّنْ أَيَّامِ الْإِنْقِلَابِ الشَّتَوِيِّ، وَكَأَنَّا نَزُوسُ مِنَ النِّهَائِيَّةِ الثَّانِيَةِ لِتِلْكَ الْقَاعِدَةِ الضِّلَعِ الثَّانِي الْمُتَّجِهَةِ نَحْوَ ذَلِكَ النَّجْمِ.

وَمَعَ ذَلِكَ، فَإِنَّا لَوْ نَظَرْنَا إِلَى هَذِهِ الْقَاعِدَةِ مِنَ النَّجْمِ الَّذِي رَصَدْنَاهُ، لَبَدَتْ لَنَا وَكَأَنَهَا نُقْطَةٌ تَقَعُ عَلَى بُعْدِ (27) مِثْرًا مِنَّا، وَتَصَاوُلُهَا لِهَذِهِ الدَّرَجَةِ رَاجِعٌ إِلَى الْبُعْدِ الْكَبِيرِ الَّذِي يَفْصِلُ بَيْنَنَا وَبَيْنَ نَجْمِ (الْأَقْرَبِ الْفَنُطُورِيِّ) وَالْمُقَدَّرِ بِ (4.27) سَنَوَاتٍ ضَوْوِيَّةٍ.

وَيُمْكِنُ لِهَذِهِ الطَّرِيقَةِ الْمِسَاحِيَّةِ أَنْ تُوصِلَنَا لِمَعْرِفَةِ أَبْعَادِ النُّجُومِ الَّتِي لَا تَبْعُدُ عَنَّا أَكْثَرَ مِنْ (300) سَنَةٍ ضَوْوِيَّةٍ، حَيْثُ تَبْدُو قَاعِدَةُ الْمُثَلَّثِ الْمُسَاوِيَةِ لِلْقَطْرِ الْكَبِيرِ لِمِدَارِ الْأَرْضِ، كَمَا قَدَّمْنَا، مِنْ تِلْكَ النُّجُومِ كَأَنَّهَا نُقْطَةٌ نَنْظُرُ إِلَيْهَا مِنْ بُعْدِ (27) كَمٍ. وَلِصُعُوبَةِ قِيَاسِ بُعْدِ النُّجُومِ بِهَذِهِ الطَّرِيقَةِ، وَلَا سِتِحَالَةِ قِيَاسِ بُعْدِ النُّجُومِ الْأُخْرَى الَّتِي تَقَعُ عَلَى أَبْعَادٍ تَزِيدُ عَلَى (300) سَنَةٍ ضَوْوِيَّةٍ عَنَّا، فَقَدْ لَجَأَ الْعِلْمَاءُ إِلَى طَرَائِقِ فَلَكِيَّةٍ أُخْرَى، يُمْكِنُهَا أَنْ تُحَدِّدَ لَنَا بُعْدَ أَيِّ نَجْمٍ عَنَّا مَهْمَا كَانَ بُعْدُهُ، وَبِسُهُولَةٍ كَبِيرَةٍ.

وَتَعْتَمِدُ هَذِهِ الطَّرِيقَةُ عَلَى تَحْلِيلِ طَيِّفِ النَّجْمِ Spectrum analysis، بَعْدَ أَنْ ثَبَتَ أَنَّ نُورَهُ يَضْعُفُ كُلَّمَا ابْتَعَدَ عَنَّا، وَأَنَّ ضَعْفَهُ يَتَنَاسَبُ مَعَ مُرَبَّعِ الْمَسَافَةِ بَيْنَنَا وَبَيْنَهُ؛

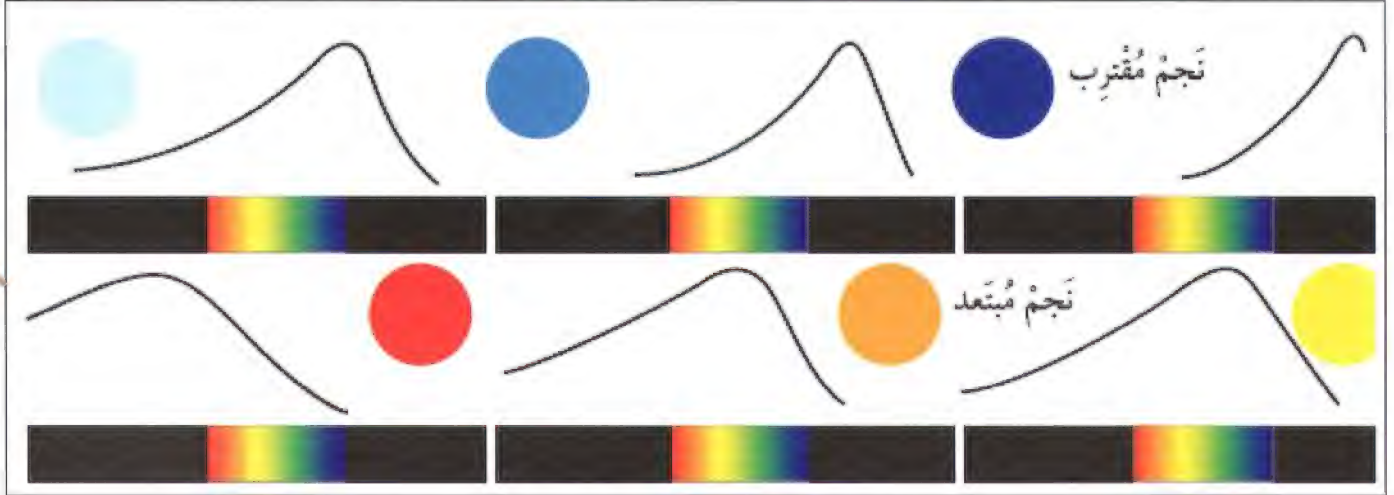
أَيُّ أَنَّهُ لَوْ كَانَ هُنَاكَ نَجْمٌ حَجْمُهُ كَحَجْمِ الشَّمْسِ، وَبَرِيقُهُ كَبَرِيقِهَا، وَكُتْلَتُهُ كَكُتْلَتِهَا، وَلَكِنْ بُعْدُهُ عَنَّا يَزِيدُ عَلَى الْمَسَافَةِ الْقَائِمَةِ بَيْنَنَا وَبَيْنَ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ مَرَّتَيْنِ، لَقَلَّ نُورُهُ عَن نُّورِهَا بِمِقْدَارِ (4) مَرَّاتٍ.



تحليل الضوء باستخدام الموشور

قَرِيبًا فِي شَكْلِهِ مِنْ كَوْكَبِ (الْمُسْتَرِي). وَالنُّجُومُ الَّتِي تَدُورُ حَوْلَ نَفْسِهَا بِسُرْعَةٍ فَائِقَةٍ تَزْدَادُ فَلَطَحَتُهَا حَتَّى تَكَادُ تُصْبِحُ سَطْحًا إِهْلِيلِيًّا مُتَنَفِّخَ الْوَسْطِ، وَقَدْ يُصْبِحُ ذَا شَكْلِ مُشَوِّهِ

الْمُسْتَمِرِّ هِيَ نُجُومٌ مُقْبِلَةٌ نَحُونَا، وَأَمَّا النُّجُومُ الَّتِي تَتَحَوَّلُ زُرْقَتَهَا شَيْئًا فَشَيْئًا إِلَى اللَّوْنِ الْأَحْمَرِ خِلَالَ رَصْدِهَا الْمُسْتَمِرِّ فَهِيَ نُجُومٌ مُدْبِرَةٌ عَنَّا.

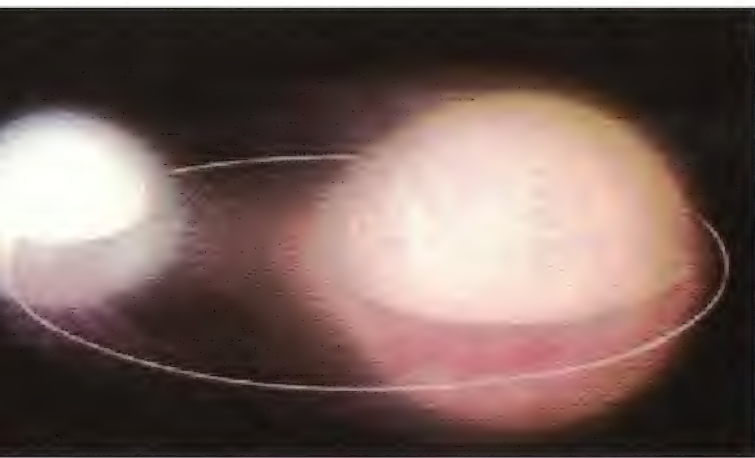


لَهُ ثَلَاثَةُ مَحَاوِرَ مُخْتَلِفَةِ الطُّولِ، كَمَا هُوَ الْحَالُ فِي النَّجْمِ الْمُسَمَّى (تَاجُ الْجُوزَاءِ) الَّذِي يُوَاجِهُهُ عَدَسَةُ الْمِرْقَبِ بِلَمَعَانٍ خَفِيفٍ عِنْدَمَا يَتَعَامَدُ قُطْرُهُ الْإِسْتَوَائِي الصَّغِيرَ مَعَ خَطِّ نَظَرِ الرَّاصِدِ، ثُمَّ يَزْدَادُ اللَّمَعَانُ عِنْدَمَا يُوَاجِهُهُ بِقُطْرِهِ الْإِسْتَوَائِي الْأَوْسَطِ، وَيَبْدُو فِي غَايَةِ لَمَعَانِهِ عِنْدَمَا يَتَعَامَدُ قُطْرُهُ الْإِسْتَوَائِي الْكَبِيرَ مَعَ خَطِّ نَظَرِ الرَّاصِدِ.

وَقَدْ بَنَى قَانُونُهُ هَذَا عَلَى أَنَّهُ فِي حَالَةِ إِقْبَالِ النَّجْمِ نَحُونَا، يَحْدُثُ تَكَدُّسٌ فِي الْمَوْجَاتِ الصَّوْتِيَّةِ، يُؤَدِّي إِلَى قَصْرِ مَدَاهَا، وَهَذَا يُؤَدِّي إِلَى اِزْدِيَادٍ فِي زُرْقَةِ النَّجْمِ كَمَا يَحْدُثُ فِي تَكَدُّسِ مَوْجَاتِ صَوْتِ الْقِطَارِ الْقَادِمِ نَحُونَا، وَقَصْرُهَا، مِمَّا يَجْعَلُ شِدَّتَهَا تَزْدَادُ شَيْئًا فَشَيْئًا مَعَ اِزْدِيَادِ اقْتِرَابِهِ مِنَّا، بَيْنَمَا تَخْفُ حِدَّةُ صَوْتِ ذَلِكَ الْقِطَارِ كُلَّمَا ابْتَعَدَ عَنَّا، لِتَبَاعُدِ الْمَوْجَاتِ الصَّوْتِيَّةِ فِيمَا بَيْنَهَا، وَارْزِدِيَادِ مَدَاهَا وَتَرَاخِيهَا.

أَشْكَالُ النُّجُومِ

تَخْتَلِفُ أَشْكَالُ النُّجُومِ بِاخْتِلَافِ سُرْعَةِ دَوْرَانِهَا الْمِحْوَرِيِّ، أَيْ حَوْلَ نَفْسِهَا؛ فَالنُّجُومُ الَّتِي تَعَادِلُ سُرْعَةَ دَوْرَانِهَا حَوْلَ نَفْسِهَا سُرْعَةَ الشَّمْسِ تَقْرِيبًا، الَّتِي تُنْهِئُ دَوْرَةَ وَاحِدَةٍ كُلَّ (27) يَوْمًا مَرَّةً وَاحِدَةً وَسَطِيًّا، يَكُونُ شَكْلُهَا كُرَوِيًّا كَالشَّمْسِ. أَمَّا الَّتِي تَكُونُ دَوْرَتُهَا أَسْرَعَ مِنْ ذَلِكَ، فَيَكُونُ شَكْلُهَا مُفْلَطَحًا بَعْضُ الشَّيْءِ كَالْأَرْضِ. وَإِذَا زَادَتْ سُرْعَةُ دَوْرَانِ النَّجْمِ حَوْلَ نَفْسِهِ، تَزْدَادُ فَلَطَحَتُهُ حَتَّى يُصْبِحَ



النَّجْمَانِ (يُو. قِيفَاوَس)

1. النُّوَّةُ الْمَرْكَزِيَّةُ :

وَهِيَ الْكَرَّةُ الَّتِي تُحِيطُ بِمَرْكَزِ النَّجْمِ، وَتَمْتَدُّ مِنْهُ إِلَى مَسَافَاتٍ يَتَنَاسَبُ بُعْدُهَا عَنْهُ مَعَ عُمرِ النَّجْمِ وَحَجْمِهِ .
فَفِي الشَّمْسِ الَّتِي مَضَى نِصْفُ عُمرِهَا الْمُقَدَّرُ لَهَا، يَتَرَاوَحُ طُولُ نِصْفِ قُطْرِ النُّوَّةِ بَيْنَ (400 - 500) كَم؛ بَيْنَمَا يَصِلُ نِصْفُ قُطْرِ النُّوَّةِ فِي النُّجُومِ الْأَقْدَمِ، وَالَّتِي يَكُونُ لَهَا حَجْمُ الشَّمْسِ، إِلَى (1000) أَوْ (2000) كَم؛ وَفِي النُّجُومِ الَّتِي تَكْبُرُ الشَّمْسَ حَجْمًا وَعُمرًا، نَجِدُ أَنَّ نِصْفَ قُطْرِ نَوَاتِهَا يَتَرَاوَحُ بَيْنَ (7000 - 8000) كَم.

وَتَضَخُّمُ النُّوَّةِ نَاشِئٌ عَنْ تَحَوُّلِ (الهيدروجين) الْمُرَكَّبِ لِلنَّجْمِ إِلَى (هليوم) كَحَصِيلَةٍ لِلتَّفاعُلَاتِ النَّوَوِيَّةِ الْقَائِمَةِ فِي النُّجُومِ، وَالَّذِي يَهْبِطُ بِسَبَبِ وَزْنِهِ النَّوعِيِّ الثَّقِيلِ، كَمَا مَرَّ مَعَنَا، بِاتِّجَاهِ مَرْكَزِ النَّجْمِ.

وَتَرَاوَحُ الذَّرَاتِ فِي النُّوَّةِ يَجْعَلُهَا تَضُمُّ (90 %) مِنْ كُتْلَةِ النَّجْمِ، أَيْ وَزْنِهِ، وَيَجْعَلُهَا شَدِيدَةً الْكثَافَةِ، حَتَّى إِنَّ السَّنْتِيْمِترَ الْمُكَعَّبَ الْوَاحِدَ مِنْ نَوَى بَعْضِ النُّجُومِ يَزِنُ (150 - 170) غَرَامًا، أَيْ أَنَّهَا تَفُوقُ بِكثَافَتِهَا كَثَافَةَ (الرُّبْنِ) بِمَا يُعَادِلُ (11 - 13) مَرَّةً، كَمَا تَكُونُ دَرَجَاتُ الْحَرَارَةِ فِي النُّوَّةِ خَبَالِيَّةً، إِذْ تَبْلُغُ (14 - 40) مِلْيُونِ دَرَجَةِ مِئَوِيَّةٍ، مِمَّا يُسَاعِدُ بَاطِنَ النَّجْمِ عَلَى الْإِسْتِمْرَارِ فِي تَفَاعُلِهِ النَّوَوِيِّ.

وَعِنْدَمَا يَتَحَوَّلُ جَمِيعُ غَازِ (الهيدروجين) فِي النَّجْمِ إِلَى (هليوم)، يَكُونُ النَّجْمُ قَدْ أَصْبَحَ قَرَمًا أَبْيَضَ، ذَا كَثَافَةٍ خَبَالِيَّةٍ تُوَدِّي إِلَى نُشُوءِ تَفَاعُلٍ جَدِيدٍ فِي مَادَّةِ (الهليوم)، يَجْعَلُ النَّجْمَ يَفْقِدُ نُورَهُ النَّاشِئَ عَنِ التَّفاعُلِ، لِيَحِلَّ مَحَلَّهُ نُورٌ خَافِتٌ يَنْشَأُ عَنِ الْحَرَكَةِ التَّنَاقُلِيَّةِ النَّاتِجَةِ عَنْ انْجِذَابِ أَطْرَافِ النَّجْمِ نَحْوَ مَرْكَزِهِ. وَعِنْدَمَا تَتَوَقَّفُ الْحَرَكَةُ التَّنَاقُلِيَّةُ فِي النَّجْمِ، تَنْطَفِئُ آخِرُ جَذْوَةِ نُورٍ فِيهِ، فَيَتَحَوَّلُ إِلَى جُرْمٍ مُظْلِمٍ أَسْوَدَ، ذِي كَثَافَةٍ لَا يَكَادُ لِلْعَقْلِ أَنْ يَتَصَوَّرَهَا.

وَهُنَاكَ نَمَازُجٌ فَرِيدَةٌ الشَّكْلِ تَعْرِضُهَا لَنَا بَعْضُ النُّجُومِ الثَّائِيَّةِ، وَمِنْهَا النَّجْمَانِ اللَّذَانِ يُطْلَقُ عَلَيْنِهُمَا مَعًا اسْمُ (يو. قيفاوس)، وَهُمَا جُزْءٌ مِنْ نُجُومِ كَوْكَبَةِ (قيفاوس أَوِ الْمُلتَهَبِ)، يَدُورَانِ حَوْلَ بَعْضِهِمَا بِسُرْعَةٍ كَبِيرَةٍ أَدَّتْ إِلَى إِعْطَاءِ كُلِّ مِنْهُمَا شَكْلًا بَيَظُويًّا يُشَبِّهُ بَيْضَةَ الدَّجَاجِ، حَيْثُ تَكُونُ مِنْطَقَةُ أَحَدِ الْقُطْبَيْنِ فِيهِمَا مُفْلَطَةً، أَمَّا مِنْطَقَةُ الْقُطْبِ الثَّانِي فِيهِمَا فَمُدَبَّبَةٌ. وَلَيْسَ هَذَا هُوَ الشَّيْءُ الْفَرِيدُ فِيهِمَا، وَإِنَّمَا يَرَيَانِ وَقَدْ التَّمَا بِحِزَامِ مِنَ الْمَوَادِّ الْغَازِيَّةِ الْمُلتَهَبَةِ، نَاجِئٌ مِنْ دَفْعِ كُلِّ مِنْهُمَا جُزْءًا مِنْ جِسْمِهِ الْغَازِيِّ نَحْوَ الْآخَرِ بِفِعْلِ الْقُوَّةِ النَّابِذَةِ.

طَبَقَاتُ النُّجُومِ

تَتَأَلَّفُ النُّجُومُ مِنْ ثَلَاثِ طَبَقَاتٍ أَسَاسِيَّةٍ، تُحِيطُ بِهَا ثَلَاثُ طَبَقَاتٍ مُلْحَقَةٍ بِهَا.
(1) الطَّبَقَاتُ الْأَسَاسِيَّةُ :

الطبقة الإكليلية

منطقة الحملان

الطبقة المشعة

النواة المركزية

اندلاع

صيخد ضوئي

بقعة

شواظ فتيلي

شواظ

تجيب



2. الطَّبَقَةُ الْمُشِعَّةُ :

وَهِيَ تُحِيطُ بِالنَّوَاةِ، وَيَخْتَلِفُ سُمْكُهَا بَيْنَ نَجْمٍ وَآخَرَ بِاخْتِلَافِ حَجْمِ النَّجْمِ. فَالنُّجُومُ الَّتِي يَكُونُ حَجْمُ كُلِّ مِنْهَا قَدَرِ حَجْمِ الشَّمْسِ أَوْ قَرِيباً مِنْهُ، يَكُونُ سُمْكُ تِلْكَ الطَّبَقَةِ فِيهَا حَوَالِي (200) أَلْفِ كَم؛ وَفِي النُّجُومِ الَّتِي يَزِيدُ حَجْمُهَا عَلَى حَجْمِ الشَّمْسِ (30) مِليُونِ مَرَّةً، يَبْلُغُ سُمْكُهَا (4) مِلايينَ كَم؛ وَفِي النُّجُومِ الَّتِي يَزِيدُ حَجْمُهَا عَلَى حَجْمِ الشَّمْسِ بِـ (50) مِليُونِ مَرَّةً، يَبْلُغُ سُمْكُهَا (7) مِلايينَ كَم.

وَتَكُونُ حَرَارَةُ هَذِهِ الطَّبَقَةِ أَدْنَى مِنْ حَرَارَةِ النَّوَاةِ، وَتَتَرَاوَحُ بَيْنَ (1 - 4) مِلايينَ دَرَجَةِ مِثْوِيَّةٍ عِنْدَ السَّطْحِ، بَيْنَمَا تَزْدَادُ عِنْدَ مِنتَقَةِ تَمَاسُّ هَذِهِ الطَّبَقَةِ مَعَ النَّوَاةِ حَتَّى تَبْلُغَ حَوَالِي (6) مِلايينَ دَرَجَةِ مِثْوِيَّةٍ. وَفِي هَذِهِ الطَّبَقَةِ، تَكْتُمِلُ عَمَلِيَّاتُ التَّفَجُّرَاتِ النَّوَوِيَّةِ الَّتِي تَكُونُ قَدْ بَدَأَتْ فِي النَّوَاةِ.

3. طَبَقَةُ الْحِمْلَانِ :

وَهِيَ تُحِيطُ بِالطَّبَقَةِ الْمُشِعَّةِ، وَيَتَرَاوَحُ سُمْكُهَا بَيْنَ (600.000) كَم وَ (20) مِليُونِ كَم، حَسَبَ حَجْمِ النَّجْمِ. وَقَدْ دُعِيَتْ بِطَبَقَةِ الْحِمْلَانِ لَوْجُودِ تَيَّارَاتٍ دَائِمَةٍ الْحَرَكَةِ فِيهَا، الصَّاعِدُ مِنْهَا يَحْمِلُ مَعَهُ الْكُتْلَ الْغَازِيَّةَ الْحَارَّةَ، أَمَّا الْهَابِطُ مِنْهَا فَيَحْمِلُ مَعَهُ الْغَازَاتِ الَّتِي تَكُونُ قَدْ تَبَرَّدَتْ نِسْبِيًّا عِنْدَ بُلُوغِهَا سَطْحَ هَذِهِ الطَّبَقَةِ.

وَتُسَبِّبُ التَّيَّارَاتُ الصَّاعِدَةُ نُّتُوءَاتٍ عَلَى سَطْحِ النَّجْمِ، بَيْنَمَا تُحْدِثُ التَّيَّارَاتُ الْهَابِطَةُ عَلَى ذَلِكَ السَّطْحِ مُنْخَفَضَاتٍ مِمَّا يَجْعَلُ سَطْحَ النَّجْمِ حُبِّييَّ الْمَظْهَرِ.

وَتَكُونُ الْحَرَارَةُ عِنْدَ قَاعِدَةِ هَذِهِ الطَّبَقَةِ بَيْنَ (1.5 - 4) مِلايينَ دَرَجَةٍ، حَسَبَ حَجْمِ النَّجْمِ، بَيْنَمَا تَهْبِطُ عِنْدَ سَطْحِهَا إِلَى (15 - 500) أَلْفِ دَرَجَةِ مِثْوِيَّةٍ، حَسَبَ حَجْمِ النَّجْمِ.

(2) الطَّبَقَاتُ الْمُلْحَقَةُ :

1. الْغِلَافُ الْمُئِيرُ :

وَيَتَأَلَّفُ مِنَ الطَّبَقَةِ الضَّوئِيَّةِ الَّتِي تُغْلَفُ طَبَقَةَ الْحِمْلَانِ، وَعَنْهَا يَصْدُرُ النُّورُ وَالْحَرَارَةُ. وَيُقَدَّرُ سُمْكُ هَذِهِ الطَّبَقَةِ بَيْنَ (500 - 11.000) كَم، حَسَبَ حَجْمِ النَّجْمِ.

وَلِهَذَا الْغِلَافِ سَطْحٌ حُبِّييَّ الْمَظْهَرِ أَيْضًا لِأَنَّهُ يَتَأَثَّرُ بِطَبَقَةِ الْحِمْلَانِ الْقَائِمَةِ تَحْتَهُ، حَيْثُ تُؤَدِّي التَّيَّارَاتُ الْحَارَّةُ الصَّاعِدَةُ فِيهَا إِلَى رَفْعِ الْغَازَاتِ الْوَاقِعَةِ فَوْقَهَا عِنْدَ طَبَقَةِ الْغِلَافِ الْمُئِيرِ نَحْوَ الْأَعْلَى، بَيْنَمَا تُؤَدِّي تَيَّارَاتُ الْحِمْلَانِ الْهَابِطَةُ إِلَى جَعْلِ الْمَنَاطِقِ الْوَاقِعَةِ فَوْقَهَا مُنْخَفِضَةً عِنْدَ سَطْحِ طَبَقَةِ الْغِلَافِ الْمُئِيرِ.

وَقَدْ دُعِيَتْ رُؤُوسُ الْأَعْمِدَةِ الْغَازِيَّةِ الْمُرْتَفِعَةِ عِنْدَ سَطْحِ الطَّبَقَةِ الْمُئِيرَةِ بِاسْمِ (حُبِّيَّةٍ) تَصْغِيرًا لِاسْمِ (حَبَّةٍ)، لَا لِأَنَّهَا صَغِيرَةُ الْقَدْرِ، وَإِنَّمَا تَبْدُو كَذَلِكَ عِنْدَ مُقَارَنَتِهَا مَعَ حَجْمِ النَّجْمِ الْهَائِلِ وَمَعَ سَطْحِهِ الْمُتَّسِعِ. إِذْ كَشَفَتِ الْمَرَاصِدُ عَنْ أَنَّ سَطْحَ حُبِّيَّةٍ وَاحِدَةٍ مِنْ تِلْكَ الْحُبِّيَّاتِ تَرَاوَحَ قُطْرُهَا بَيْنَ (1500 - 5000) كَم.

وَقَدْ يَتَجَمَّعُ كُلُّ (300-400) حُبِّيَّةٍ لِفَتْرَةٍ مُؤَقَّتَةٍ، لِتَكُونَ حُبِّيَّةً ضَخْمَةً يَبْلُغُ قُطْرُهَا بَيْنَ (45.000 - 200.000) كَم؛ وَالَّتِي تُدْعَى حِينَئِذٍ بِاسْمِ (الْحُبَيْرَةِ). وَلَا تَدُومُ الْحُبَيْرَةُ عَادَةً أَكْثَرَ مِنْ يَوْمٍ وَاحِدٍ. وَفِي فِتْرَةِ هَيَاجِ النَّجْمِ، تَتَجَمَّعُ الْحُبَيْرَاتُ فِي حُبَيْرَةٍ وَاحِدَةٍ ذَاتِ مِسَاحَةٍ مُتَرَامِيَةِ الْأَطْرَافِ، وَذَاتِ قُطْرِ يَتَجَاوَزُ (700.000) كَم.

وَتُقَدَّرُ حَرَارَةُ الْجُزْءِ السُّفْلِيِّ مِنْ هَذِهِ الطَّبَقَةِ بَيْنَ (15.000 - 500.000) دَرَجَةِ مِثْوِيَّةٍ، أَمَّا عِنْدَ السَّطْحِ فَتَتَرَاوَحُ بَيْنَ (5000 - 39.000) دَرَجَةِ مِثْوِيَّةٍ، فِي حِينٍ يَكُونُ وَسْطِيُّ حَرَارَةِ هَذِهِ الطَّبَقَةِ فِي الشَّمْسِ فِي حُدُودِ (5800) دَرَجَةِ مِثْوِيَّةٍ.

2. طَبَقَةُ خُطُوطِ امْتِصَاصِ الْحَرَارَةِ :

تُحِيطُ بِالطَّبَقَةِ الْمُئِيرَةِ طَبَقَةُ تُدْعَى (طَبَقَةُ خُطُوطِ

امتصاص الحرارة)، وهي تمتد إلى مسافة (5000) كم في بعض النجوم، بينما تمتد في بعضها الآخر إلى مسافة تتراوح بين (13 - 15) مليون كم، حسب حجم النجم.

ويشكل الجزء السفلي من هذه الطبقة الذي يُقدَّر بـ (10/1) سمكها العام منطقة تدعى (المنطقة الماصة للحرارة) لأنها تمتص الحرارة من الطبقة المنيرة الواقعة تحتها، وتقدر حرارة هذه المنطقة الماصة للحرارة بين (4000 - 30.000) درجة مئوية عند القاعدة.

أما الجزء العلوي من طبقة امتصاص الحرارة فيدعى بـ (منطقة طيف الامتصاص النجمي)، ويكون أقل حرارة من حرارة المنطقة الماصة للحرارة، كما أن الحرارة تقل فيها كلما اقتربنا من سطح هذه المنطقة.

3. طبقة الجو النجمي :

تغلو منطقة طيف الامتصاص النجمي، وتمتد إلى مسافة تتراوح بين (5 - 10) ملايين كم، وتقل كثافة هذه الطبقة كلما اتجهنا نحو أعلاها؛ حتى إذا ما بلغنا منطقة الغازات القائمة فيما بين النجوم، كانت كثافتها كأذني ما تكون عليه كثافة أي من الغازات الأخرى. وتقسّم طبقة الجو النجمي إلى طبقتين فرعيتين هما : (أ) الطبقة الملونة (Chromosphere) وهي الجزء السفلي من منطقة الجو النجمي، و(ب) الطبقة الناجية (Corona) وهي الجزء العلوي من الجو النجمي.

(أ) الطبقة الملونة :

هي التي تغلو طبقة طيف الامتصاص النجمي؛ وتكون ذات غازات حارة متوهجة؛ يتراوح سمكها بين (2000 - 18.000) كم، حسب حجم النجم ودرجة حرارته؛ وتكون حرارة هذه الطبقة أعلى من حرارة سطح النجم بحوالي (3) مرات؛ وتتماز هذه الطبقة بأنها منبعث ألسنة غازية متوهجة، ترتفع مندفعة بعيداً عن النجم، وبألغة مسافات تتراوح بين (5000

- 50.000) كم ويقطر يتراوح بين (1000 - 10.000) كم.

(ب) الطبقة الناجية أو الإكليلية :

وهي آخر طبقة مُحيطَة بالنجوم. وتتألف من غازات (الحديد) و(الكالسيوم) و(النكل)؛ لذا تدعى هذه الطبقة بالنّاج الحديدي للنجوم. وهي تتبث بكميات كبيرة من الغازات المتأينة التي تنطلق بسرعة تكفي لهُروبها من جاذبية النجم إلى الفضاء الكوني على شكل رياح كونية ذات طاقة كهرومغناطيسية حتى تبلغ النجوم الأخرى. وتقدر حرارة هذه الطبقة الناجية بـ (1 - 3) ملايين درجة مئوية.

طاقة النجوم

إن الحرارة والتور اللذين يشعهما النجم ويبعث بهما إلى الفضاء المحيط به وإلى الكواكب، وما يتبعها من أقمار وحلقات، يتحولان إلى طاقة Energy.

ونقاس تلك الطاقة بالأحصنة كتلك الأحصنة التي نُقدِّر بها قدرة المحركات على الجرّ والنقل. وقد تبين أنه بقدر ما تكون النجوم ذات كثافة أكبر، تكون الطاقة التي تشعها



مصدر الطاقة في النجوم

الآخرين المهتمين بمثل هذه الدراسات الفلكية؛ وقالوا لو أن ما جاء به العالم (هلمو هولتز) كان صحيحاً لتحوّلت الشمس والنجوم إلى أجرام أصغر ممّا هي عليه اليوم بكثير، وخلال مدة لا تزيد على (4000 - 16.000) سنة، حسب عمر كل منها؛ ورأوا بنتيجة تحريّاتهم ودراساتهم وأزّادهم أن النجوم والشمس، وإن كانت مرّت في فترة من فترات تطورها بحالة انكماش، فإن حجومها الآن آخذة في الزيادة؛ ولكنها حين تستهلك جلّ ما فيها من طاقة ستعود إلى الانكماش ثانية. ومع هذا فلم يستطيعوا أن يتقدّموا برأي علمي حول مصدر تلك الطاقة التي كانت بمثابة لغز ظلّ بلا حل.

وظل الأمر كذلك حتى جاء العالم (آينشتاين) بنظريته (النسبية الخاصة) التي أثبتت بوساطتها أن الكتلة تتحوّل إلى طاقة؛ وعندها فتحت أمام العلماء آفاق جديدة جعلتهم ينكبون مجدداً على دراسة الطاقة الموجودة في الشمس باعتبارها أقرب نجم إلى الأرض، وبخاصة بعد أن تمّ التوصل إلى إجراء تفجير نووي. وفي مقدمة العلماء الذين تصدّوا لتلك الدراسة (هانز بيته) الذي قام في عام 1938م، بدراسة الشمس؛ وتوصّل إلى معرفة سرّ مصدر حرارة الشمس ونورها؛ وأعلن أنها سلسلة من التفاعلات النووية المستمرة في الشمس والنجوم، هي التي تمدها بتلك الحرارة وذلك النور؛ وشرح كيف

أعظم. ففي النجوم المسماة بالأقزام البيضاء نجد أن كل سنتيمتر مربع واحد من سطحها يبعث بطاقة قدرها (40) حصاناً مقابل (0.8) من الحصان تبعث بها الشمس من كل (1) سنتيمتر مربع من سطحها، وما ذاك إلا بسبب الكثافة الهائلة التي تنتهي إليها تلك الأقزام. وفي النجوم التي تقل كثافتها عن كثافة الشمس نجد أن الطاقة التي يبعث بها ما مساحته (1) سنتيمتر مربع منها لا يزيد على (1/2) حصان، وقد يتدنّى إلى أقل من ذلك بكثير أحياناً.

مصدر الطاقة في النجوم

لقد ظن العلماء القدامى بأن النجوم والشمس مؤلفة من مادة قابلة للاحتراق، كالكربون وما شابهه، وأن احتراق تلك المادة هو مبعث النور والحرارة فيها. ثم تلاهم علماء انتقدوا قول من سبقهم، وكانت حجّتهم في ذلك أنه لو كان الكربون، أو ما شابهه من وقود، هو الذي يسرّج الشمس والنجوم، لانتفأت شعلتها خلال عشرات أو مئات القرون، استناداً إلى ما توصّلوا إليه من نتائج علمية، قدروا بوساطتها حجم الشمس وحجم النجوم. وقد دعموا رأيهم ذاك بحجّة أخرى مقنعة، وهي أن تلك الأنواع من الوقود لا يمكنها، مهما عظمت، أن تُعطى الشمس، على بعدها الكبير عن الأرض، مثل هذه الحرارة وهذا النور.

وعندما جاء العالم الفيزيائي الألماني (هيرمان فون هلمو هولتز) بدراسته التي قدمها عن النجوم، أشار إلى أن انكماش النجوم على نفسها يؤلّد ضغطاً كبيراً، تنتج عنه حرارة مرتفعة؛ ومع ازدياد انكماش النجوم وتزايد الضغط وتزايد ارتفاع الحرارة، يصل النجم إلى مرحلة التاجج الذي يصدر عنه ذلك النور الساطع.

وقد لاقى هذا الرأي معارضة قوية من عدد كبير من العلماء



تتوالى سلسلة التفاعلات النووية
وتتبع عند انفجار القنبلة الذرية
خلال عدة أجزاء
من ألف جزء من الثانية
بينما تظل الانقسامات النووية
في مخلفات تلك القنبلة تتوالى
كما تدوم آثارها في مكان الانفجار عدة سنين

وكانت النتائج التي انتهت إليها مطابقة لما جاءت به دراسات العالم (بيته). ولما قام كل من العالمين المذكورين بحساب لكامل الطاقة الحرارية النووية المنطلقة من كتلة الشمس، معتمدين على القانون الرابع من النظرية النسبية، وقارنا ما توصلوا إليه عن طريق الحساب الرياضي مع المقدار الذي يصل فعلاً من حرارة وضوء الشمس إلى الأرض، وجدنا تطابقاً تاماً بينهما؛ الأمر الذي أكد صحة دراستيهما، وإثبات صحة القانون الذي توصل إليه كل منهما، بصورة منفردة، حول ذلك الأمر. وعند ذلك، أمكن تغميم ما انتهت إليه تلك الدراسات على النجوم باعتبارها شمساً ولكنها سحيقة البعد عنا.

أن تلك التفاعلات النووية تؤدي إلى دمج (4) نويات من (الهيدروجين)، وبمساعدة نوى (الكربون)، لتتحول إلى (4) بروتونات، وتشكل هذه البروتونات (الأربعة ذرة واحدة من غاز (الهيليوم)).

وبما أن نواة كتلة (الهيليوم) أصغر من كتلة النويات الأربعة للهيدروجين بمقدار (0.007)، فإن هذه الكتلة الفائضة تتحول بعد التفاعل إلى طاقة حرارية وأخرى نورية، يُطلقهما النجم أو الشمس نحو الفضاء المحيط بكل منهما. وكان هناك عالم ألماني اسمه (فايسكر)، انتهى عن طريق دراساته في عام 1938م، إلى وجود تفاعل نووي في الشمس؛

وَيُمْكِنُ إِجْمَالُ الْمَظَاهِرِ وَالْأَحْدَاثِ الَّتِي تَشْتَرِكُ فِيهَا
مُعْظَمُ النُّجُومِ مَعَ الشَّمْسِ فِيمَا يَلِي :

(1) الْكَلْفُ أَوْ الْبُقْعُ النُّجْمِيَّةُ :

وَهِيَ بُقْعٌ تَبْدُو كَالْكَلْفِ الْمُظْلِمِ فِي سَطْحِ النُّجْمِ الْبَرَّاقِ
الْمُتَوَهِّجِ . وَهِيَ عَلَى شَكْلِ دَوَامَاتٍ صَاحِبَةٍ تَتَشَكَّلُ عِنْدَ خَطِّ
اسْتِوَاءِ النُّجْمِ ، ثُمَّ تَزْحَفُ مِنْهُ بِاتِّجَاهِ قُطْبَيْهِ ، وَلَكِنَّهَا لَا تَتَجَاوَزُ
دَائِرَةَ عَرْضِ (40) شَمَالًا وَجَنُوبًا .

وَقَدْ بَيَّنَّتِ الدَّرَاسَاتُ أَنَّ إِظْلَامَ تِلْكَ الْبُقْعِ نَاجِمٌ عَنْ أَنَّ
الْحَرَارَةَ فِيهَا أَذْنَى بِكَثِيرٍ مِمَّا يُجَاوِرُهَا مِنْ سَطْحِ النُّجْمِ ، وَأَنَّهَا
مِنْ نِتَاجِ هَيَاجِ النُّجْمِ إِثْرَ التَّفَاعُلَاتِ النَّوَوِيَّةِ الَّتِي تَشْتَدُّ أحيانًا فِي
بَاطِنِهَا ، وَأَنَّ النُّجْمَ يَتَعَرَّضُ لِهَيَاجٍ دَوْرِيٍّ تَبْلُغُ فِيهِ الْكَلْفُ أَوْسَعَ
انْتِشَارٍ لَهَا ، وَيَأْكْبَرُ حَجْمُ وَعَدَدُ ، ثُمَّ تَعْقُبُ ذَلِكَ فِتْرَةٌ هُدُوءٍ
يَصْفُو فِيهَا وَجْهُ النُّجْمِ ، وَيَخْتَفِي مِنْهُ الْكَلْفُ إِلَّا مَا نَدَرَ .

(2) الرُّقْعُ الْمُتَوَهِّجُ :

وَهِيَ تُرَافِقُ الْكَلْفَ النُّجْمِيَّةَ ،
إِلَّا أَنَّهَا تَدُومُ عَلَى سَطْحِ
النُّجْمِ أَكْثَرَ مِنْ دَوَامِ الْكَلْفِ
النُّجْمِيِّ .

خلايا هـل كبيرة جداً تحمل
الغازات و الفوتونات
إلى السطح المنير

الرقع المتوهجة

البقع النجمية

يستغرق الضوء مليون سنة

ضوئية ليقطع المنطقة المشعة

طبقة ألسنة

الشواظ

الشمسي

الشعالات

مَظَاهِرُ التَّفَاعُلِ النَّوَوِيِّ فِي النُّجُومِ

لَقَدْ مَكَنتِ الْمَرَاقِبُ الْفَلَكِيَّةُ الْعُلَمَاءَ مِنْ الْكَشْفِ عَمَّا
يُخْلِفُهُ التَّفَاعُلُ النَّوَوِيُّ Nuclear reaction فِي الشَّمْسِ
مِنْ مَظَاهِرَ وَأَحْدَاثٍ ، نَظَرًا لِقُرْبِهَا مِنَّا ، حَتَّى إِنَّ بَعْضَ تِلْكَ
الْمَظَاهِرِ مِثْلَ (الْكَلْفِ الشَّمْسِيِّ) Sunspots ، أَيْ (الْبُقْعِ
الشَّمْسِيِّ) ، يُمَكِّنُ لِلْعَيْنِ الْمُجَرَّدَةِ أَنْ تَرَاهَا ، وَلَكِنْ مِنْ خَلْفِ
مُرْشَحٍ ضَوْئِيٍّ لِيَحْجُبَ عَنِ الْعَيْنِ الْأَشِعَّةَ الْبَاهِرَةَ الَّتِي تُثْلِفُ
شَبَكِيَّةَ الْعَيْنِ ، وَتُحْدِثُ الْعَمَى عِنْدَ النَّظَرِ إِلَيْهَا مُبَاشَرَةً .

وَيُمْكِنُ لِلْعَيْنِ أحيانًا أَنْ تَرَى ذَلِكَ الْكَلْفَ الشَّمْسِيَّ بِدُونِ
مُرْشَحٍ فِي حَالَةٍ وَجُودِ ضَبَابٍ كَثِيفٍ أَوْ غُبَارٍ مُعَلَّقٍ فِي الْجَوِّ ،
إِذَا يُخَفِّفُ كِلَاهُمَا مِنْ وَهْجِ نَوْرِ الشَّمْسِ وَسُطُوعِهِ ، وَيَحْجُبُ
عَنِ الْعَيْنِ تِلْكَ الْأَشِعَّةَ الضَّارَّةَ .

وَلَكِنَّ الْبُعْدَ السَّحِيقَ لِلنُّجُومِ لَمْ يَسْمَحْ لِتِلْكَ الْمَرَاقِبِ
بِمُرَاقَبَةِ أَحْدَاثِ تِلْكَ التَّفَاعُلَاتِ النَّوَوِيَّةِ فِي النُّجُومِ إِلَى أَنْ
ابْتَكَرَ الْمِرْقَبُ الرَّادِيَّ Radio telescope الَّذِي أَخَذَ
يَنْقُلُ لِلْعُلَمَاءِ مِنَ النُّجُومِ وَالْمَجَرَّاتِ وَالْكُويزَارَاتِ الْقَابِعَةَ
خَلْفَ الْمَجَرَّاتِ إِشَارَاتٍ قَامُوا بِدِرَاسَتِهَا وَتَحْلِيلِهَا وَمُقَارَنَتِهَا
مَعَ الْإِشَارَاتِ الَّتِي سَجَلَتْهَا الْمَرَاقِبُ عَنِ الشَّمْسِ ؛ وَانْتَهَوْا مِنْ
ذَلِكَ كُلِّهِ إِلَى أَنَّ الْمَظَاهِرَ وَالْأَحْدَاثَ السَّائِدَةَ فِي النُّجُومِ لَا
تَخْتَلِفُ عَمَّا هُوَ عَلَيْهِ الْأَمْرُ فِي الشَّمْسِ ، إِلَّا إِذَا اخْتَلَفَ النُّجْمُ
عَنِ الشَّمْسِ بِعُمُرِهِ أَوْ حَجْمِهِ أَوْ كُنْثِيَّتِهِ أَوْ نَوْعِيَّتِهِ .

وَلَمَّا تَطَوَّرَتِ الْمَرَاقِبُ الْفَلَكِيَّةُ

أَكْثَرَ مِنْ ذِي قَبْلِ ، وَآمَنَ لِلْعَيْنِ أَنْ
تَرَى النُّجُومَ بِوُضُوحٍ أَكْبَرَ ، وَلِلْعَدَسَاتِ
أَنْ تُصَوِّرَهَا بِدَقَّةٍ أَكْثَرَ ، اسْتَطَاعَ الْعُلَمَاءُ
عِنْدَهَا أَنْ يُمِيطُوا اللَّثَامَ عَنِ الْأَسْرَارِ الَّتِي
كَانَتْ تَكْتَنِفُ بَعْضَ النُّجُومِ الَّتِي تَخْتَلِفُ
عَنِ الشَّمْسِ مِنْ بَعْضِ الْوُجُوهِ .

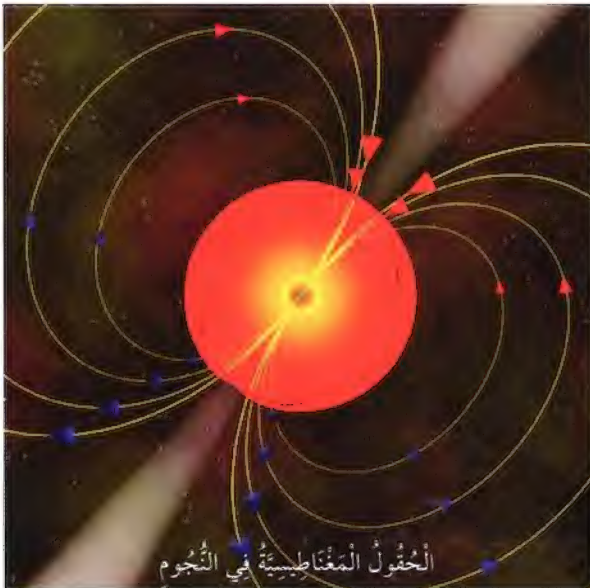
طَفَرَاتِ التَّفَاعُلِ النَّوَوِيِّ فِي النُّجُومِ

عِنْدَ بُلُوغِ التَّفَاعُلِ النَّوَوِيِّ فِي النُّجُومِ أَوْجُهُ، تَزْدَادُ مَظَاهِرُ ذَلِكَ التَّفَاعُلِ الَّتِي أَتَيْنَا عَلَى ذِكْرِهَا شِدَّةً، حَتَّى إِنَّهَا لَتَعُمُّ وَجْهَ النَّجْمِ عَلَى شَكْلِ طُوفَانٍ لَا نَجِدُ لَهُ مَثِيلاً عَلَى سَطْحِ الشَّمْسِ، حَيْثُ تَتَزَاخَمُ وَتَتَصَادَمُ تِلْكَ الْأَلْسِنَةُ وَالْأَقْوَاسُ وَالشُّوَاطِ وَالشُّعَلَاتُ، مُقَدِّمَةً عَرْضاً نَارِيّاً رَائِعاً وَلَكِنَّهُ مُخِيفٌ. وَقَدْ لُوْحِظَ أَنَّ مِثْلَ هَذَا الطُّوفَانِ يَتَكَرَّرُ فِي النُّجُومِ الْحَدِيثَةِ الْقَرَمَةِ مَرَّةً كُلَّ شَهْرٍ تَقْرِيباً، بَيْنَمَا يَتَكَرَّرُ فِي أَكْثَرِ النُّجُومِ مُتَوَسِّطَةِ الْعُمُرِ وَاللَّمَعَانِ مَرَّةً كُلَّ (10) سَنَوَاتٍ، أَمَّا فِي النُّجُومِ اللَّامِعَةِ فَلَا يَتَكَرَّرُ أَكْثَرَ مِنْ مَرَّةٍ وَاحِدَةٍ كُلَّ مِليُونِ عَامٍ.



الْحُقُولُ الْمَغْنَاطِيسِيَّةُ فِي النُّجُومِ

قَبْلَ أَنْ يَتِمَّ التَّعَمُّقُ فِي دِرَاسَةِ النُّجُومِ وَكَشْفِ أَسْرَارِهَا، اعْتَقَدَ الْعُلَمَاءُ بِأَنَّ الْحُقُولَ الْمَغْنَاطِيسِيَّةَ Magnetic fields فِيهَا مُرْتَبِطَةٌ بِمَنَاطِقِ الْكَفْلِ الَّتِي تُشَكِّلُهَا الدَّوَامَاتُ



الْحُقُولُ الْمَغْنَاطِيسِيَّةُ فِي النُّجُومِ

(3) أَلْسِنَةُ اللَّهَبِ وَالْأَقْوَاسِ النَّارِيَّةِ :

سَطْحُ النَّجْمِ دَائِمٌ الْإِضْطِرَابِ وَالصَّخْبِ، وَلَكِنَّهُ يَتَعَرَّضُ لِفَتْرَاتٍ هَيَّاجٍ، كَمَا يَتَعَرَّضُ لِفَتْرَاتٍ هُدُوءٍ؛ وَخِلَالَ فِتْرَةِ الْهَيَّاجِ، تَنْدَفِعُ مِنَ النَّجْمِ أَلْسِنَةُ وَأَقْوَاسٌ نَارِيَّةٌ، تَتَرَاوَحُ مِسَاحَةً قَاعِدَةً كُلُّ لِسَانٍ مِنْهَا بَيْنَ (5 - 10) مِلايينِ كَمِ2، وَقَدْ تَصِلُ إِلَى عَشْرَاتِ مِلايينِ الْكِيلُومِتْرَاتِ الْمُرَبَّعَةِ فِي بَعْضِ النُّجُومِ ذَاتِ الْحَجْمِ الْكَبِيرِ. كَمَا تَنْتَلِقُ مِنْ سَطْحِ النَّجْمِ حَتَّى تَبْلُغَ أَبْعَاداً شَاسِعَةً تُقَدَّرُ مَسَافَتُهَا بَيْنَ (0.3 - 3) مِلايينِ كَمِ؛ وَهِيَ إِذْ تَنْدَفِعُ فِي الْفَضَاءِ بِسُرْعَةٍ خَاطِفَةٍ، لَا تَلْبُثُ أَنْ تَخْتَفِيَ بِنَفْسِ السُّرْعَةِ أَيْضاً، وَلَا يَزِيدُ زَمَنُ انْدِفَاعِهَا وَاخْتِفَائِهَا عَلَى سَاعَةٍ وَاحِدَةٍ عَلَى الرَّغْمِ مِنْ قَطْعِهَا مَسَافَةً تُعَادِلُ (9) مَرَّاتٍ مِنَ الْمَسَافَةِ الْقَائِمَةِ بَيْنَ الْأَرْضِ وَالْقَمَرِ تَقْرِيباً.

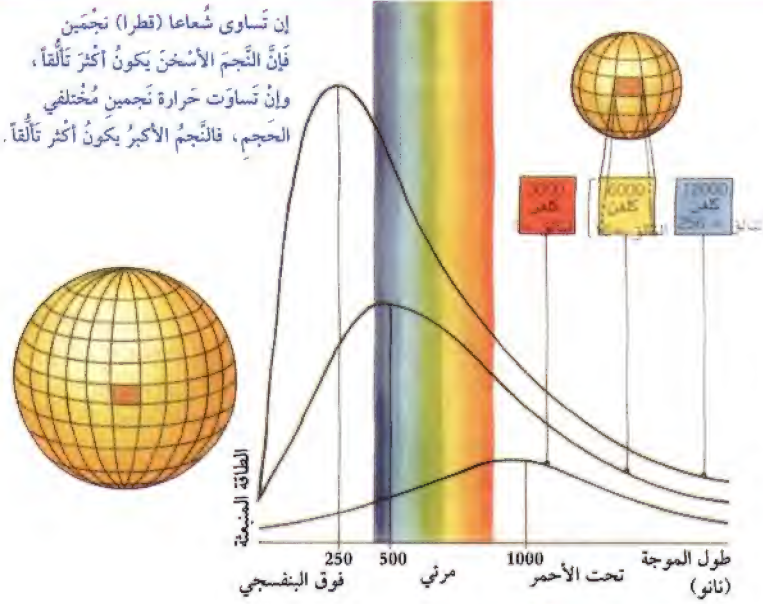
وَلَا تَتَوَقَّفُ تِلْكَ الْأَلْسِنَةُ وَالْأَقْوَاسُ النَّارِيَّةُ عَنِ الْانْدِفَاعِ أَبَداً؛ وَلَكِنْ عَدَدُهَا وَارْتِفَاعُهَا يَقْلَانِ فِي فِتْرَةِ الْهُدُوءِ الَّتِي يَمُرُّ بِهَا النَّجْمُ بَعْدَ الْهَيَّاجِ، وَيَشْنِي قِسْمٌ مِنْهَا بَعْدَ انْدِفَاعِهِ بَعِيداً لِيَعُودَ إِلَى سَطْحِ النَّجْمِ، وَتِلْكَ هِيَ الْأَقْوَاسُ؛ بَيْنَمَا تَنْدَفِعُ الْأَلْسِنَةُ الْأُخْرَى مُنْفَصِلَةً عَنِ جِسْمِ النَّجْمِ لِيَتَلَاشَى فِي الْفَضَاءِ الْبَعِيدِ أَوْ لِيَسَاقِطَ عَلَى سَطْحِ النَّجْمِ مَرَّةً ثَانِيَةً وَيَنْدَمِجَ فِيهِ.

(4) الشُّوَاطِ النَّجْمِيَّةُ :

وَهِيَ كُتْلٌ مُضِيئَةٌ، تَتَشَكَّلُ فِي الطَّبَقَةِ النَّاجِيَّةِ مِنَ النَّجْمِ، يَقْدِفُهَا النَّجْمُ بَعِيداً عَنْهُ فِي أَعْمَاقِ الْفَضَاءِ عَلَى شَكْلِ هَمَزَاتٍ أَوْ كُتْلٍ مِنَ الْوَهْجِ.

(5) الشُّعَلَاتُ :

وَهِيَ تَتَوَلَّدُ فِي الطَّبَقَةِ النَّاجِيَّةِ مِنَ النَّجْمِ أَيْضاً، وَتَكُونُ عَلَى شَكْلِ كُتْلٍ غَازِيَّةٍ مُضِيئَةٍ، إِنَّهَا تَكُونُ أَقَلَّ تَوْهَجاً مِنَ الْكُتْلِ الْمُضِيئَةِ لِأَنَّهَا تَكُونُ أَقَلَّ حَرَارَةً مِنْهَا.



حُجُوم النُّجُوم

مُعْظَمُ نُجُومِ السَّمَاءِ يُقَارِبُ حَجْمُهَا حَجْمَ شَمْسِنَا الَّذِي يُعَادِلُ (1.407.500) مِلْيَارَ مَترٍ مُكْعَبٍ. وَقَدْ وَجَدَ الْعُلَمَاءُ أَنَّ حَوَالِي (10/1) نُجُومِ السَّمَاءِ هِيَ نُجُومٌ أَكْبَرُ حَجْمًا مِنَ الشَّمْسِ بِكَثِيرٍ، وَأَنَّ بَعْضَهَا يَفُوقُ حَجْمَ الشَّمْسِ بِمِائَاتِ الْمَرَّاتِ، بَيْنَمَا يَفُوقُهَا الْبَعْضُ الْآخَرُ بِأُلُوفِ الْمَرَّاتِ أَوْ بِمِائَتَيْنِ الْمَرَّاتِ؛ فَمِنْ ذَلِكَ النُّجُومِ الْمُسَمَّى (مِنَكَبُ الْجُوزَاءِ)، أَوْ (ألفا. الجبار)، فَهُوَ يَكْبُرُ الشَّمْسَ بِمِقْدَارِ (25) مِليُونِ مَرَّةٍ. وَكَذَلِكَ النُّجُومُ الْمُسَمَّى (المِيرَة)، أَوْ (ميو. قيطس)، فَإِنَّهُ يَكْبُرُ الشَّمْسَ بِمِقْدَارِ (30) مِليُونِ مَرَّةٍ.

وَصَخَامَةٌ مِثْلُ تِلْكَ النُّجُومِ دَعَتْ عُلَمَاءُ الْفَلَكِ إِلَى تَسْمِيَتِهَا بِالنُّجُومِ الْعَمَالِقَةِ Giant stars؛ وَبِمَا أَنَّهَا تُشَكِّلُ مَجْمُوعَةً مَحْدُودَةً مِنْ نُجُومِ السَّمَاءِ، فَقَدْ أَفْرَدُوا لَهَا مَكَانًا خَاصًّا بِهَا خَارِجَ السِّلْسِلَةِ الَّتِي ضَمَّتِ النُّجُومَ الَّتِي خَضَعَتْ لِتَتَابِعِ مُنْتَظَمٍ، وَالَّتِي أُطْلِقَ عَلَيْهَا اسْمُ (نُجُومِ سِلْسِلَةِ التَّتَابِعِ الرَّئِيسِ) Main sequence stars.

كَمَا وَجَدُوا أَنَّ (10/1) نُجُومِ السَّمَاءِ أَيْضًا هِيَ نُجُومٌ أَصْغَرَ مِنَ الشَّمْسِ بِكَثِيرٍ، مِمَّا دَعَاهُمْ إِلَى تَسْمِيَتِهَا بِالنُّجُومِ

النَّاتِجَةُ عَنِ الانْفِجَارَاتِ الْبَاطِنِيَّةِ لِلنُّجُومِ؛ تِلْكَ الدَّوَامَاتُ الَّتِي لَا تَتَجَاوَزُ الْمِنْطَقَةَ الْوَاقِعَةَ بَيْنَ خَطِّ الاسْتِوَاءِ وَدَرَجَتِي عَرْضِ (40) شَمَالًا وَجَنُوبًا. وَكَانَ ذَلِكَ قِيَاسًا عَلَى الدَّرَاسَاتِ الَّتِي أَجْرَوَهَا حَوْلَ الشَّمْسِ.

ثُمَّ جَاءَتِ الدَّرَاسَاتُ الْحَدِيثَةُ، فِيمَا بَعْدُ، الَّتِي تَعَمَّقَتْ فِي مَجَالِ النُّجُومِ، فَبَيَّنَتْ أَنَّ سَطْحَ النُّجُومِ كُلُّهُ عِبَارَةٌ عَنْ حَقْلٍ مَغْنَاطِيسِيٍّ، وَأَنَّ قُطْبِي الْمَغْنَاطِيسِ فِيهِ يَتَبَادَلَانِ مَوْقِعَهُمَا بَيْنَ فِتْرَةٍ وَآخَرَى؛ فَالْقُطْبُ الشَّمَالِي يُصْبِحُ جَنُوبِيًّا بَعْدَ أَنْ كَانَ شَمَالِيًّا، وَالْقُطْبُ الْجَنُوبِي يُصْبِحُ شَمَالِيًّا بَعْدَ أَنْ كَانَ جَنُوبِيًّا.

الْقُدْرَةُ الْحَرَارِيَّةُ وَالنُّورِيَّةُ لِلنُّجُومِ⁽¹⁾

تَخْتَلِفُ حَرَارَةُ النُّجُومِ وَنُورُهَا اخْتِلَافًا كَبِيرًا بَيْنَ مَجْمُوعَةٍ وَآخَرَى مِنْهَا. وَقَدْ تَوَصَّلَ الْعُلَمَاءُ إِلَى هَذِهِ النَتِيجَةِ عَنْ طَرِيقِ اخْتِلَافِ أَلْوَانِ النُّجُومِ؛ إِذْ إِنَّهَا تَضُمُّ سِلْسِلَةً كَامِلَةً مِنَ الْأَلْوَانِ، فَبَعْضُهَا ذُو لَوْنٍ أَحْمَرَ دَاكِنٍ، وَهِيَ أَقْلُ النُّجُومِ قُدْرَةً شَمْعِيَّةً، وَلَا تَزِيدُ حَرَارَةَ سَطُوحِهَا عَلَى (1400) دَرَجَةِ مِثْوِيَّةٍ. وَتَفُوقُهَا النُّجُومُ ذَاتُ اللَّوْنِ الْأَصْفَرِ أَوْ الْبُرْتُقَالِيِّ الَّتِي تَفُوقُ النُّجُومَ الْحُمْرَاءَ حَرَارَةً وَنُورًا، وَتُقَدَّرُ حَرَارَةُ سَطُوحِهَا بِـ (2800) دَرَجَةِ مِثْوِيَّةٍ. ثُمَّ تَفُوقُهَا النُّجُومُ الْبَيْضَاءُ، وَمِنْهَا شَمْسُنَا، حَيْثُ تَرْتَفِعُ حَرَارَةُ سَطُوحِهَا إِلَى (5500) دَرَجَةِ مِثْوِيَّةٍ. ثُمَّ تَفُوقُهَا النُّجُومُ الزَّرْقَاءُ الْحَدِيثَةُ الَّتِي تَصِلُ حَرَارَةُ سَطُوحِهَا إِلَى (15000) دَرَجَةِ مِثْوِيَّةٍ. وَتَفُوقُ النُّجُومُ ذَاتُ اللَّوْنِ الْبَنَفْسَجِيِّ، الْحَدِيثَةُ جِدًّا، بَقِيَّةَ نُجُومِ السَّمَاءِ قَاطِبَةً بِقُدْرَتِهَا الشَّمْعِيَّةِ، إِذْ تُقَدَّرُ حَرَارَةُ سَطُوحِهَا بِـ (39000) دَرَجَةِ مِثْوِيَّةٍ، وَقَدْ تَزِيدُ عَلَى ذَلِكَ أحيانًا.

(1) تُقَاسُ الطَّاقَةُ النُّورِيَّةُ الَّتِي تُصَدِّرُ عَنْ النُّجُومِ بِمَا يُطْلَقُ السَّنِيْمِترُ الْمُرَبَّعُ الْوَاحِدَ مِنْ سَطْحِهَا مِنْ نُورٍ بِالمُقَارَنَةِ مَعَ مَا يُؤْزِئِهِ مِنَ النُّورِ الصَّادِرِ عَنِ الشَّمْسِ ذَاتِ الْقَطْرِ (2.5) سم؛ لِذَا دُعِيَتْ تِلْكَ الطَّاقَةُ بِالطَّاقَةِ الشَّمْعِيَّةِ

كَفَيْلَةً بِإِعْطَانِنَا الْقُدْرَةَ الشَّمْعِيَّةَ، سَوَاءً لِمُجْمَلِ سَطْحِ النَّجْمِ أَوْ لِلْسَّنْتِيمِترِ الْمُرَبَّعِ الْوَاحِدِ مِنْهُ.

العلاقة بين حجم النجم وقدرته الشمعية

لَا حَظَّ الْعُلَمَاءُ أَثْنَاءَ دِرَاسَتِهِمْ لِقُدْرَةِ النُّجُومِ الشَّمْعِيَّةِ أَنْ بَعْضَ النُّجُومِ الْحُمْرَاءِ، وَالَّتِي لَا تَزِيدُ دَرَجَةَ حَرَارَةِ سَطْحِهَا عَلَى (1400) دَرَجَةِ مِئْوِيَّةٍ، تَبْعَثُ مِنَ الْحَرَارَةِ وَالنُّورِ قَدْرًا مَا يَبْعَثُهُ نَجْمٌ بِنَفْسِجِي سَاطِعٌ تَصِلُ حَرَارَةُ سَطْحِهِ إِلَى (39000) دَرَجَةِ مِئْوِيَّةٍ؛ فَاسْتَنْجُوا مِنْ ذَلِكَ أَنَّ سَطْحَ تِلْكَ النُّجُومِ الْحُمْرَاءِ يَكْبُرُ سَطْحَ تِلْكَ النُّجُومِ الْبِنْفَسِجِيَّةِ بِمِقْدَارِ (28) مَرَّةً، مِمَّا جَعَلَهَا تُفَوِّقُ بِطَاقَتِهَا الشَّمْعِيَّةِ طَاقَةَ النُّجُومِ الْبِنْفَسِجِيَّةِ.

وَقَدْ عَمَدَ أَحَدُ الْعُلَمَاءِ إِلَى دِرَاسَةِ الْقُدْرَةِ الشَّمْعِيَّةِ لِلنَّجْمِ الْأَحْمَرِ الْمُسَمَّى (مِنْكَبِ الْجُوزَاءِ)، أَوْ (الْفَالِجَبَارِ)، فَتَبَيَّنَ لَهُ أَنَّهُ يُرْسِلُ مِنَ الْحَرَارَةِ وَالنُّورِ قَدْرًا يُعَادِلُ (6000) مَرَّةً مِمَّا تُرْسِلُهُ الشَّمْسُ مِنْهُمَا إِلَى الْفُضَاءِ، عَلَى الرَّغْمِ مِنْ أَنَّ الشَّمْسَ تُعَدُّ نَجْمًا أَصْفَرًا. وَانْتَهَى مِنْ دِرَاسَتِهِ

الْأَفْرَامَ لِأَنَّ بَعْضَهَا مِنَ الصَّغِيرِ بَحِثْتُ لَمْ يَزِدْ حَجْمُهُ عَلَى حَجْمِ الْكُوكَبِ (عُطَارِدُ)، أَصْغَرَ كُوكَبِ الْمَجْمُوعَةِ الشَّمْسِيَّةِ حَجْمًا؛ وَأَكْبَرُهَا لَا يَكَادُ يَتَعَدَّى حَجْمُهُ حَجْمَ الْكُوكَبِ (أُورَانُوس)، رَابِعِ كُوكَبِ الْمَجْمُوعَةِ الشَّمْسِيَّةِ حَجْمًا. وَهَذَا مَا دَعَا الْعُلَمَاءَ أَيْضًا إِلَى إِخْرَاجِ هَذِهِ النُّجُومِ مِنْ سِلْسِلَةِ التَّنَائِلِ الرَّئِيسِ لِلنُّجُومِ الْآخَرَى.

تقدير حجوم النجوم بواسطة الأجهزة

تَعْتَمِدُ الطَّرِيقَةُ الْمُتَّبَعَةُ فِي تَقْدِيرِ حَجْمِ النَّجْمِ عَلَى مَعْرِفَةِ مِقْدَارِ الطَّاقَةِ الشَّمْعِيَّةِ الصَّادِرَةِ عَنْ سَنْتِيمِترِ مُرَبَّعٍ وَاحِدٍ مِنْ سَطْحِ النَّجْمِ، ثُمَّ مَعْرِفَةِ مُجْمَلِ الطَّاقَةِ الشَّمْعِيَّةِ الصَّادِرَةِ عَنِ النَّجْمِ. وَبِنَتِيجَةِ قِسْمَةِ مُجْمَلِ الطَّاقَةِ عَلَى طَاقَةِ السَّنْتِيمِترِ الْمُرَبَّعِ الْوَاحِدِ، نَحْصُلُ عَلَى مِسَاحَةِ سَطْحِ النَّجْمِ الْكُرَوِيِّ. وَنَحْنُ حِينَ نَتَوَصَّلُ إِلَى مَعْرِفَةِ مِسَاحَةِ الْكُرَةِ، نَسْتَطِيعُ التَّوَصُّلَ إِلَى مَعْرِفَةِ حَجْمِهَا بِعَمَلِيَّةٍ رِيَاضِيَّةٍ عَلَى غَايَةِ مِثَالِ السُّهُولَةِ.

وَالْأَجْهَزَةُ الْفَلَكِيَّةُ الْحَدِيثَةُ، وَعَلَى رَأْسِهَا الْمِرْقَبُ،

نجم قلب الدبران

عملاق أحمر

قطره 50100000 كم

الشمس

من نجوم التتابع الرئيس

قطرها 1390000 كم

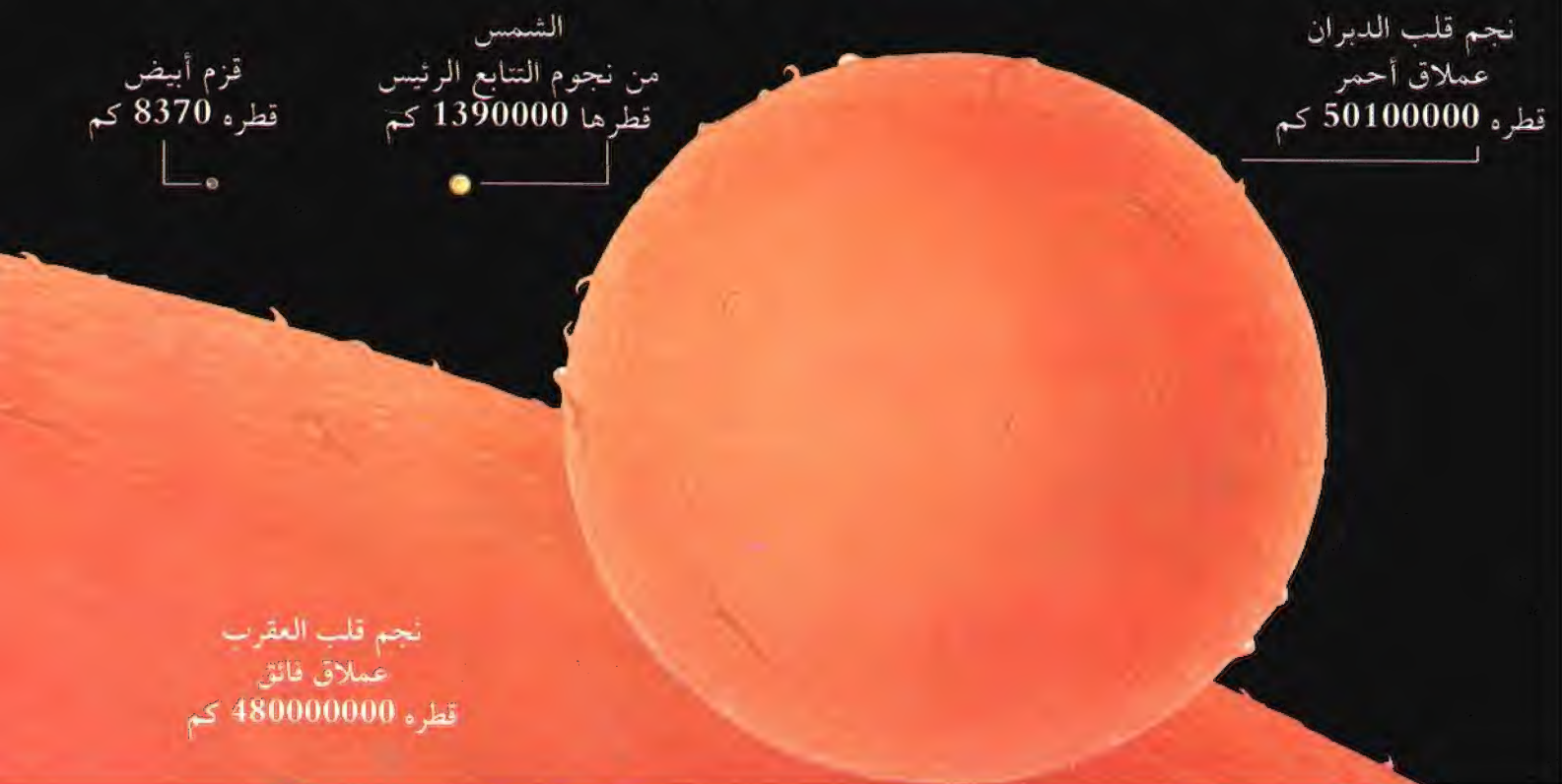
قزم أبيض

قطره 8370 كم

نجم قلب العقرب

عملاق فائق

قطره 480000000 كم



تَزِيدُ كُتْلَتُهُ عَلَى كُتْلَةِ الشَّمْسِ بِمَا يُقَارِبُ (400.000) مَرَّةً.
 إِلَّا أَنَّ الْعَالَمَ الْفَلَكِيَّ (آرثر ادينغتون) انْتَهَى مِنْ دِرَاسَاتِهِ
 حَوْلَ كُتْلَةِ النُّجُومِ إِلَى أَنَّ دَرَجَةَ لَمَعَانِ النَّجْمِ تُعْطِيَانِ الدَّلَالََةَ عَلَى
 كُتْلَتِهِ؛ وَأَنَّهُ كُلَّمَا زَادَ لَمَعَانُهُ، كَبُرَتْ كُتْلَتُهُ، أَيَّ زَادَ وَزْنُهُ.
 وَضَرَبَ أُمْتِلَةً عَلَى ذَلِكَ النَّجْمِ الْمُسَمَّى (غاما . الدَّجَاجَةِ)، وَبَيَّنَ
 أَنَّ كُتْلَتَهُ تَفُوقُ كُتْلَةَ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (17) مَرَّةً، لِأَنَّ لَمَعَانَهُ
 يَفُوقُ لَمَعَانَ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (30.000) مَرَّةً؛ وَأَنَّ النَّجْمَ
 الْمُسَمَّى (الشَّعْرَى الْيَمَانِيَّةَ) تَفُوقُ كُتْلَتَهُ كُتْلَةَ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ
 (2.4) مِنَ الْمَرَّاتِ، لِأَنَّ لَمَعَانَهُ يَفُوقُ لَمَعَانَ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ
 (40) مَرَّةً؛ وَأَنَّ النَّجْمَ الْمُسَمَّى (النَّجْمُ الْخَافِتُ B-60)، مِنْ
 سِجِلِّ (كروجر)، لَا تَزِيدُ كُتْلَتُهُ عَلَى (10/1) كُتْلَةَ الشَّمْسِ،
 لِأَنَّ لَمَعَانَهُ فِي حُدُودِ (0.001) مِنْ لَمَعَانِ الشَّمْسِ.

وَالنُّجُومُ الَّتِي لَا تَنْطَبِقُ عَلَيْهَا هَذِهِ الْقَاعِدَةُ هِيَ نُجُومٌ
 شَاذَةٌ، تَمُرُّ بِوَضْعٍ خَاصٍّ مِنْ مَرَاحِلِ حَيَاتِهَا؛ فَمِنْ ذَلِكَ أَنَّ
 النَّجْمَ الْمُسَمَّى (الْجَرُّو) تُعَادِلُ كُتْلَتُهُ كُتْلَةَ الشَّمْسِ، وَمَعَ
 ذَلِكَ فَإِنَّ لَمَعَانَهُ لَا يَزِيدُ عَلَى
 (2 %) مِنْ لَمَعَانِ
 الشَّمْسِ، وَذَلِكَ

إِلَى أَنَّ سَطْحَ (مِنْكَبِ الْجُورَاءِ) أَكْبَرُ مِنْ سَطْحِ الشَّمْسِ
 بِحَوَالِي (6000) مَرَّةً.

كُتْلَةُ النُّجُومِ (وَزْنُهَا)

لَا تَرْتَبِطُ كُتْلَةُ النَّجْمِ بِحَجْمِهِ، وَإِنَّمَا تَرْتَبِطُ بِمِقْدَارِ كَثَافَتِهِ
 الَّتِي تَزِيدُ مَعَ تَقَدُّمِ النَّجْمِ فِي عُمْرِهِ، حِينَ يَتَحَوَّلُ الْقِسْمُ
 الْأَكْبَرُ مِنْ مَادَّةِ النَّجْمِ، الْمُؤَلَّفَةِ فِي الدَّرَجَةِ الْأُولَى مِنْ غَازِ
 (الهيدروجين) ذِي الْكثَافَةِ الْقَلِيلَةِ، إِلَى غَازِ (الهيليوم) ذِي
 الْكثَافَةِ الْأَكْبَرِ.

لِذَا نَجِدُ نُجُومًا مِثْلَ (رَفِيقِ الشَّعْرَى الْخَفِيِّ) الْهَرِمِ،
 وَالَّذِي يُشَكِّلُ حَجْمُهُ (100.000/1) مِنْ حَجْمِ الشَّمْسِ،

السَّمَاءُ الرَّامِحُ : 24

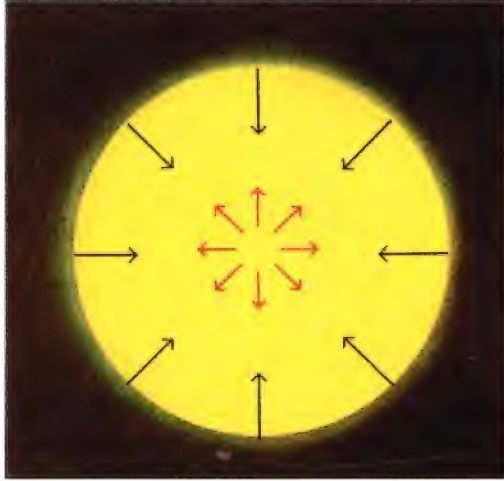
الدُّبُرَان : 60

الشَّمْسُ : 1

مِنْكَبِ الْجُورَاءِ : 900

قَلْبُ الْعَقْرَبِ : 230

فِي بَاطِنِ النَّجْمِ، تُسَاهِمُ فِي خَلْقَةِ مَادَّةِ النَّجْمِ، حَيْثُ تَنْبَعُثُ مِنْ بَاطِنِ النَّجْمِ نَحْوُ مُحِيطِهِ، ثُمَّ تَرْتَدُّ نَحْوَ بَاطِنِهِ. وَعَلَى الرَّغْمِ مِنْ انْقِصَاءِ حَوَالِي (4600) مِلْيُونِ سَنَةٍ عَلَى تَشَكُّلِ الشَّمْسِ، وَهُوَ نِصْفُ الْعُمُرِ الْمُقَدَّرُ لَهَا، فَإِنَّ كَثَافَتَهَا الْوَسْطِيَّةَ لَا تَزِيدُ عَلَى (1.41) غَرَامًا فِي السَّنَتِيمِترِ الْمُكَعَّبِ الْوَاحِدِ.



الشَّمْسُ حَالِيًا نَجْمٌ صَغِيرٌ، وَتُحْتَفَظُ بِحَجْمِهَا لِأَنَّ الْحَرَارَةَ بِدَاخِلِهَا تُحْدِثُ ضَغْطًا، كَمَا تَوْضَحُ الْأَشْهُمُ الْحُمْرَاءُ، تَتَعَادَلُ قُوَّتُهُ مَعَ قُوَّةِ جَذْبِ الشَّمْسِ، وَهَذَا التَّوَازُنُ يَعْمَلُ عَلَى بَقَايِ الْغَازَاتِ فِي الشَّمْسِ دُونَ أَنْ تَتَمَاسَكَ.

وَالنُّجُومُ الَّتِي تَكُونُ أَحَدَتْ عُمُرًا مِنَ الشَّمْسِ، هِيَ دُونَ الشَّمْسِ كَثَافَةً، وَيَكْثِيرُ أَحْيَانًا؛ أَمَّا النُّجُومُ الْمُعَمَّرَةُ، وَالْهَرِمَةُ مِنْهَا خَاصَّةً، فَإِنَّهَا تَكُونُ ذَاتَ كَثَافَةٍ عَالِيَةٍ. وَعِنْدَمَا تَتَحَوَّلُ النُّجُومُ الْهَرِمَةُ إِلَى أَقْرَامٍ، فَإِنَّ كَثَافَتَهَا تَكَادُ تُصْبِحُ خَيَالِيَّةً؛ فَالنَّجْمُ الْقَزْمُ الْأَبْيَضُ الْمُسَمَّى (رَفِيقُ الشَّعْرَى الْخَفِيفِ)، وَتَرْتَفِعُ كَثَافَتُهُ لِتُصْبِحَ أَكْبَرَ مِنْ كَثَافَةِ الْأَرْضِ بِمِقْدَارِ (300.000) مَرَّةً، أَيْ أَنَّ الْمِترَ الْمُكَعَّبَ مِنْ مُجْمَلِ تَرْكِيبِ الْأَرْضِ الَّذِي يَزِنُ (5.5) طَن نَجْدٌ مِثْلُهُ الْمَأْخُودُ مِنْ مُجْمَلِ تَرْكِيبِ نَجْمِ (رَفِيقِ الشَّعْرَى الْخَفِيفِ) يَزِنُ (1.650.000) طَن.

وَلَوْ كَانَتْ لِلْبَشَرِ الْقُدْرَةُ عَلَى ضَغْطِ آيَةٍ مَادَّةٍ، وَلَتَكُنِ الْقَحْمُ الْحَجَرِيُّ مَثَلًا، حَتَّى تَصِلَ إِلَى مِثْلِ هَذِهِ الْكَثَافَةِ،

لَأَنَّ هَذَا النَّجْمَ يَمُرُّ بِحَالَةٍ مِنَ الْخُمُودِ، بَعْدَ أَنْ اسْتَهْلَكَ وَقُودَهُ الْهَيْدُرُوجِيَّ، وَأَنَّ الطَّاقَةَ الْحَرَارِيَّةَ وَالضَّوْثِيَّةَ الْمُنْبَعِثَةَ مِنْهُ نَاتِجَةٌ عَنْ انْكِمَاشِهِ الْبَاطِنِيِّ عَلَى نَفْسِهِ، وَعَمَّا يُحْدِثُهُ ذَلِكَ مِنْ طَاقَةٍ تَثَاقُلِيَّةٍ فِيهِ، تُسَبِّبُ ضَغْطًا هَائِلًا يُؤَدِّي إِلَى صُدُورِ آخِرِ رَمَقٍ فِيهِ مِنَ الْحَرَارَةِ وَالنُّورِ.

كثافة النجوم

وَنَعْنِي بِهَا نِسْبَةَ مَا يَزِنُهُ السَّنْتِيمِترُ الْمُكَعَّبُ الْوَاحِدُ مِنْ جُزْمِ النَّجْمِ، مُقَدَّرًا بِالْغَرَامَاتِ إِلَى حَجْمِهِ، أَوْ نِسْبَةَ مَا يَزِنُهُ الْمُكَعَّبُ الْوَاحِدُ مِنْ جُزْمِ النَّجْمِ، مُقَدَّرًا بِالْكِيلُوغَرَامَاتِ إِلَى حَجْمِهِ. وَأَقَلُّ النُّجُومِ كَثَافَةً مَا كَانَ مِنْهَا حَدِيثُ التَّشَكُّلِ، إِذْ لَا يَزَالُ قِسْمُهُ الْأَكْبَرُ مُؤَلَّفًا فِي الدَّرَجَةِ الْأُولَى مِنَ الْغَازَاتِ، وَفِي طَلِيعَتِهَا غَازُ (الْهَيْدُرُوجِين) الْخَفِيفُ، بَيْنَمَا لَا يَزَالُ يَنْدُرُ فِيهَا غَازُ (الْهَلِيُوم)، وَهُوَ غَازٌ ثَقِيلٌ تَزْدَادُ كَمِيَّتُهُ مَعَ تَقَدُّمِ النَّجْمِ بِالْعُمُرِ عَلَى حِسَابِ (الْهَيْدُرُوجِين).



لَقَدْ وُجِدَتْ الشَّمْسُ مُنْذُ (5) مِلْيَارَاتِ سَنَةٍ عِنْدَمَا تَجَمَّعَ الْغَازُ وَالْغُبَارُ مِنَ الْفَضَاءِ بِوَسَاطَةِ الْجَازِبِيَّةِ كَمَا هُوَ مُوَضَّحٌ بِالْأَشْهُمِ السُّودَاءِ. وَعِنْدَمَا تَقَلَّصَتْ هَذِهِ الطَّاقَةُ الشَّمْسِيَّةُ أَزْدَادَتِ الْحَرَارَةُ عِنْدَ الْمَرْكَزِ، فَتَشْطَبُ التَّفَاعُلَاتُ الْحَرَارِيَّةُ النَّوَوِيَّةُ مُنْتِجَةً الطَّاقَةَ.

كَمَا أَنَّ تَبَارَاتِ الْحِمْلَانِ الَّتِي تَكُونُ عَلَى أَشَدِّهَا فِي النُّجُومِ الْحَدِيدِيَّةِ، وَهِيَ تَبَارَاتٌ نَاتِجَةٌ عَنِ التَّفَاعُلَاتِ النَّوَوِيَّةِ

أكبر، ضغط جُرم النجم على مركزه بفعل القوة الجاذبية.

حَرَكَاتُ النُّجُوم

لِلنُّجُومِ أَرْبَعُ حَرَكَاتٍ تُتِمُّهَا مَعًا، يُسَمَّى مِنْ ذَلِكَ النُّجُومُ الشَّائِئَةُ الَّتِي تَكُونُ لَهَا حَرَكَتَانِ بِالإِضَافَةِ إِلَى الْحَرَكَاتِ

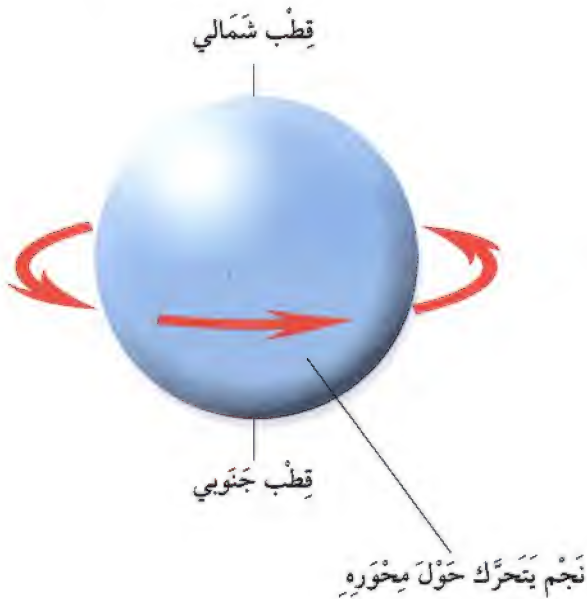


لَأَمَّا تَعْبِئَةُ مَا مِقْدَارُهُ حُمُولَةً بِاخِرَةٍ ضَخْمَةٍ مِنْ ذَلِكَ الْفَحْمِ فِي صُنْدُوقٍ مُكَعَّبِ الشَّكْلِ لَا يَزِيدُ طُولُ ضِلْعِهِ عَلَى (4/1) مِثْرٍ؛ وَلَا مُمْكِنٌ لِحَبِيبٍ رِذَاءٍ أَحَدِنَا أَنْ يَسْتَوْعِبَ حُمُولَةَ قِطَارٍ كَامِلٍ مِنْ ذَلِكَ الْفَحْمِ.



الْأَرْبَعِ السَّابِقَةِ. وَالْحَرَكَاتُ الْأَرْبَعُ هِيَ:
(1) الْحَرَكَةُ الْمِحْوَرِيَّةُ :

وَيَدُورُ فِيهَا النُّجُومُ حَوْلَ مِحْوَرِهِ. وَتَخْتَلِفُ هَذِهِ الدَّوْرَةُ بَيْنَ نَجْمٍ وَآخَرَ أَوْ بَيْنَ مَجْمُوعَةٍ مِنَ النُّجُومِ وَمَجْمُوعَةٍ أُخْرَى، فَالنُّجُومُ ذَاتُ الضَّوْءِ الْبَيْضِ هِيَ أَسْرَعُ النُّجُومِ دَوْرَانًا



وَقَدْ تَوَصَّلَ الْعُلَمَاءُ إِلَى حَلِّ اللُّغْزِ الْكَامِنِ وَرَاءَ تَشَكُّلِ مِثْلِ هَذِهِ الْكُثَافَاتِ الْهَائِلَةِ، وَرَأَوْا أَنَّ الْحَرَارَةَ هِيَ الْمَسْئُولَةُ عَنْ ذَلِكَ كُلِّهِ أَوَّلًا، ثُمَّ الضَّغْطُ الَّذِي يُسَبِّبُهُ جُزْمُ النُّجْمِ عَلَى مَرْكَزِهِ ثَانِيًا. وَهَكَذَا نَجِدُ أَنَّهُ عِنْدَمَا تَكُونُ حَرَارَةُ سَطْحِ نَجْمٍ مَا فِي حُدُودِ أَلْفِ الدَّرَجَاتِ الْمِثْوِيَّةِ، وَحَرَارَةُ بَاطِنِهِ الْمَرْكَزِيِّ فِي حُدُودِ (10 - 20) مِليُونِ دَرَجَةٍ، تَظَلُّ الذَّرَاتُ الْمُؤَلَّفَةُ لِغَازَاتِ ذَلِكَ النُّجْمِ مُؤَلَّفَةً مِنْ نَوَاةٍ تُحِيطُ بِهَا الْإِلِكْتُرُونَاتُ، وَتَحْتَفِظُ كُلُّ ذَرَّةٍ فِي جِسْمِ ذَلِكَ النُّجْمِ بِحَيِّزٍ مَحْدُودٍ لَهَا؛ إِلَّا أَنَّهُ عِنْدَمَا تَبْلُغُ حَرَارَةُ سَطْحِ بَعْضِ النُّجُومِ مِلايِينَ الدَّرَجَاتِ، وَتَبْلُغُ حَرَارَةُ الْبَاطِنِ الْمَرْكَزِيِّ فِيهَا (400 - 1000) مِليُونِ دَرَجَةٍ مِثْوِيَّةٍ، وَفَقَ مَا ذَلَّتْ عَلَيْهِ التَّحَالِيلُ الطَّيْفِيَّةُ لِتِلْكَ النُّجُومِ، فَإِنَّ مُرَكِّبَاتِ الذَّرَاتِ تَتَحَلَّلُ تَحْتَ وَطْأَةِ هَذِهِ الْحَرَارَةِ، وَتَنْسَحِقُ لِتَتَرَاصَّ فِي أَصْبَقٍ حَيِّزٍ بِشَكْلِ لَا مِثِيلَ لَهُ عَلَى أَرْضِنَا أَوْ فِي مُخْتَبِرَاتِنَا، وَتُصْبِحُ لِذَلِكَ النُّجْمِ مِثْلُ تِلْكَ الْكُثَافَةِ الَّتِي تَحَدَّثْنَا عَنْهَا. وَيُسَاعِدُ الْحَرَارَةُ عَلَى تَرَاصُّ مَسْحُوقِ الذَّرَاتِ تَرَاصًّا

حَوْلَ مَحْوَرِهَا، تَلِيهَا النُّجُومُ الزَّرْقَاءُ، ثُمَّ النُّجُومُ الْبَيْضَاءُ مِثْلَ الشَّمْسِ الَّتِي تُتِمُّ دَوْرَتَهَا الْمَحْوَرِيَّةَ وَسَطِيًّا خِلَالَ (30) يَوْمًا؛ إِذْ تَخْتَلِفُ سُرْعَةُ دَوْرَانِ سَطْحِ النَّجْمِ بَيْنَ حَظِّ اسْتَوَائِهِ وَقُطْبِيَّتِهِ بِاعْتِبَارِهِ سَطْحًا غَازِيًا غَيْرَ مُتَمَاثِلٍ؛ وَتَكُونُ أَشَدَّ سُرْعَةً دَوْرَانِ فِيهِ عِنْدَ حَظِّ الْإِسْتِوَاءِ، حَيْثُ تُنْهِي الْغَازَاتُ دَوْرَتَهَا خِلَالَ (25) يَوْمًا، أَمَّا عِنْدَ دَرَجَةِ عَرْضِ (30) فَتَحْتَاجُ إِلَى (26.4) يَوْمًا لِإِتْمَامِ تِلْكَ الدَّوْرَةِ، أَمَّا عِنْدَ دَرَجَةِ عَرْضِ (60) فَتَحْتَاجُ إِلَى (32) يَوْمًا. وَأَبْطَأَ النُّجُومُ دَوْرَانًا حَوْلَ مَحْوَرِهَا هِيَ النُّجُومُ الْحُمْرَاءُ.

(2) الْحَرَكَةُ الْإِنْتِقَالِيَّةُ

يَقُومُ بِهَا النَّجْمُ حَوْلَ مَرْكَزِ الْمَجَرَّةِ التَّابِعِ لَهَا، وَبِسُرْعَةٍ قُدِّرَتْ بَيْنَ (200 - 500) كَم فِي الثَّانِيَةِ بِالنَّسْبَةِ لِمُعْظَمِ نُجُومِ الْمَجَرَّةِ، وَتُنْهِي هَذِهِ الدَّوْرَةَ فِي مُدَّةٍ تَتَرَاوَحُ بَيْنَ (100 - 450) مِلْيُونِ سَنَةٍ، حَسَبَ قُرْبِهَا أَوْ بُعْدِهَا عَنِ مَرْكَزِ الْمَجَرَّةِ.

(4) الْحَرَكَةُ التَّحْرِيَّةُ

وَهِيَ الْحَرَكَةُ الَّتِي يَحْتَطُّ بِهَا النَّجْمُ لِنَفْسِهِ مَسَارًا مُحَدَّدًا، يَنْتَهِي بَعْدَهُ إِلَى نَقْطَةٍ مُعَيَّنَةٍ قَائِمَةٍ فِي الْمَجَرَّةِ ذَاتِهَا، وَذَلِكَ بَعْدَ أَنْ يُحَرِّرَ ذَاتَهُ جُزْئِيًّا مِنْ دَوْرَتِهِ الْإِنْتِقَالِيَّةِ الَّتِي يَقُومُ بِهَا حَوْلَ مَرْكَزِ الْمَجَرَّةِ التَّابِعِ لَهَا، كَأَن يَأْخُذَ بِالْإِرْتِفَاعِ شَيْئًا فَشَيْئًا عَنْ مُسْتَوَى مَدَارِهِ، أَوْ أَنَّ يَهْطُ شَيْئًا فَشَيْئًا عَنْ مُسْتَوَى ذَلِكَ الْمَدَارِ، أَوْ أَنَّ يَنْحَرِفَ عَنِ الْخَطِّ الْمُقَدَّرِ لَهُ أَنْ يَسْلُكَهُ. وَمِثَالُ ذَلِكَ: الْحَرَكَةُ الَّتِي يَقُومُ بِهَا الشَّمْسُ، وَكَأَنَّهَا تَنْجَحُ إِلَى مَكَانٍ مَا فِي كَوْكَبَةِ (الْجَانِي)؛ وَمِثَالُ ذَلِكَ أَيْضًا: النُّجُومُ الَّتِي سَنَاتِي

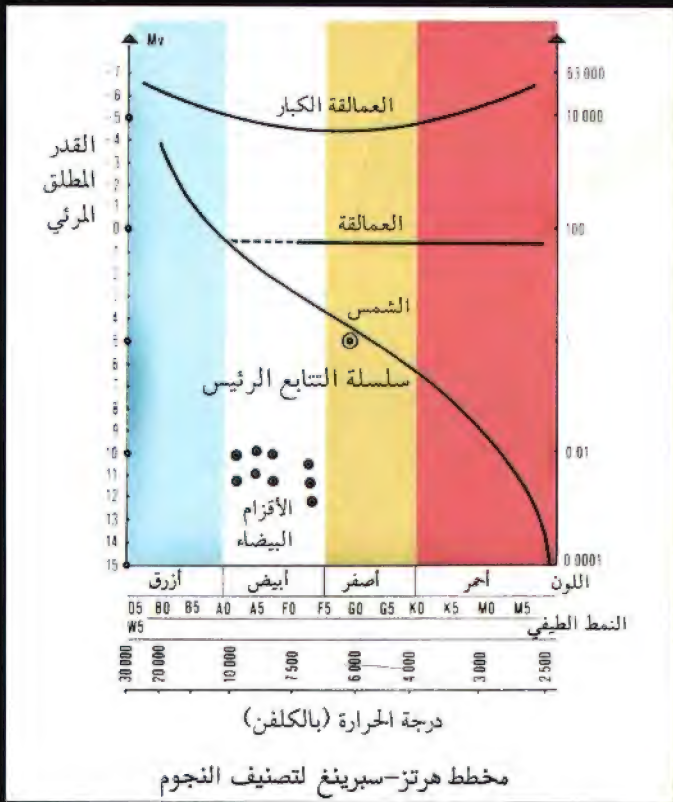
(3) الْحَرَكَةُ الْإِنْتِشَارِيَّةُ أَوْ التَّبَاعُدِيَّةُ

وَهِيَ حَرَكَةُ يَقُومُ بِهَا جَمِيعُ نُجُومِ الْمَجَرَّةِ مَعًا، وَبِسُرْعَةٍ وَاحِدَةٍ، خَاضِعَةً بِذَلِكَ لِقَانُونِ انْتِشَارِ الْمَجَرَّاتِ الَّذِي يُؤَدِّي إِلَى تَبَاعُدِ الْمَجَرَّاتِ عَنْ بَعْضِهَا. وَبَيْنَمَا تَكُونُ سُرْعَةُ انْطِلَاقِ مَجَرَّتِنَا التَّبَاعُدِيَّةِ فِي حُدُودِ (980) كَم فِي الثَّانِيَةِ، نَجِدُ أَنَّ مَجَرَّاتٍ أُخْرَى تَنْطَلِقُ بِسُرْعَةٍ (40.000) كَم فِي الثَّانِيَةِ؛ وَهُنَاكَ مَجَرَّاتٌ قُدِّرَتْ سُرْعَتُهَا التَّبَاعُدِيَّةُ أَوْ الْإِنْتِشَارِيَّةُ بِـ (46.800) كَم فِي الثَّانِيَةِ.

مُتَّبَاعَةً، بِالنَّسْبَةِ لِحَجْمِهَا وَحَرَارَتِهَا وَنُورِهَا وَكُثْلَتِهَا، وَهَذَا يَعْنِي أَنَّ أَكْبَرَ النُّجُومِ فِيهَا هِيَ أَكْثَرُهَا حَرَارَةً وَأَسْطَعُهَا نُورًا وَأَعْظَمُهَا كُتْلَةً.

وَكَلَّمَا تَدَرَّجْنَا مُبَوَّطاً فِي سُلَّمِ ذَلِكَ التَّابِعِ وَجَدْنَا أَنَّهُ مَعَ صِغَرِ حَجْمِ النُّجُومِ، تَقَلُّ حَرَارَتُهَا وَيَضْعُفُ نُورُهَا، وَتَخْفُ كُثْلَتُهَا. وَمِثْلُ هَذَا التَّوَعُّدِ مِنَ النُّجُومِ الَّذِي انْطَبَقَتْ عَلَيْهِ كَامِلُ هَذِهِ الشُّرُوطِ، دُعِيَ بِنُّجُومِ (سِلْسِلَةِ التَّابِعِ الرَّئِيسِ).

وَتَحْتَ الشَّمْسِ مَرَكَزاً وَسَطاً بَيْنَ نَجُومِ تِلْكَ السِّلْسِلَةِ؛ وَلَوْ أَنَّنَا أَجَرَيْنَا مُقَارَنَةً بَيْنَ الشَّمْسِ وَأَكْبَرَ النُّجُومِ الَّتِي تَتَقَدَّمُهَا فِي تِلْكَ السِّلْسِلَةِ مِنْ جِهَةٍ، وَبَيْنَ الشَّمْسِ وَأَصْغَرِ النُّجُومِ الَّتِي



تَأْتِي بَعْدَهَا فِي تِلْكَ السِّلْسِلَةِ، لَرَأَيْنَا مَا يَلِي :

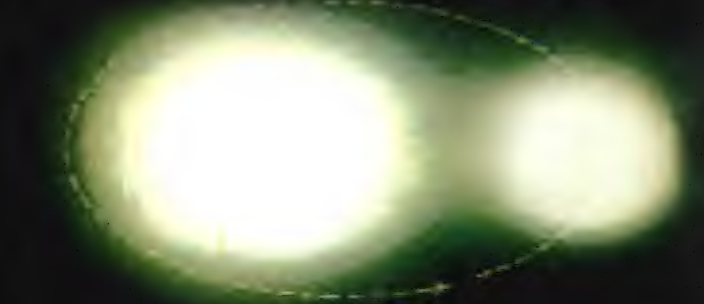
(أ) إِنَّ أَلَمَعَ نَجُومِ سِلْسِلَةِ التَّابِعِ الرَّئِيسِ يَزِيدُ فِي لَمَعَانِهِ عَلَى الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (10.000) مَرَّةً. وَإِنَّ أَقَلَّ نَجُومِ تِلْكَ السِّلْسِلَةِ يَقِلُّ لَمَعَانُهُ عَنِ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ مِثْلِيٍّ مَرَّةً.

(ب) وَإِنَّ أَكْبَرَ نَجُومِ تِلْكَ السِّلْسِلَةِ تَرِيدُ أَقْطَارَهَا بِمِقْدَارِ

عَلَى ذِكْرِهَا بِالتَّفْصِيلِ تَحْتَ اسْمِ (نَجُومِ الْجُمُهرَةِ الثَّانِيَةِ) أَوْ (النُّجُومِ الْمُتَسَكِّعَةِ) الَّتِي تَتَّخِذُ لِنَفْسِهَا مَسَاراً ذَا اتِّجَاهَاتٍ مُخْتَلِفَةٍ ضِمْنَ الْمَجَرَّةِ، مُخَالِفَةً بِذَلِكَ بَقِيَّةَ النُّجُومِ الَّتِي تَدُورُ حَوْلَ مَرَكَزِ الْمَجَرَّةِ، وَالَّتِي تُدْعَى (نَجُومِ الْجُمُهرَةِ الْأُولَى).

الْحَرَكَاتُ الْإِضَافِيَّتَانِ لِلنُّجُومِ الثَّانِيَةِ

بِالإِضَافَةِ إِلَى الْحَرَكَاتِ الْأَرْبَعِ السَّابِقَةِ الَّتِي تَقُومُ بِهَا نَجُومِ الْمَجَرَّاتِ، نَجِدُ أَنَّ النُّجُومَ الثَّانِيَةَ يَقُومُ فِيهَا كُلٌّ مِنَ النَّجْمَيْنِ التَّوَعُّدَيْنِ بِالذَّوْرَانِ حَوْلَ تَوَعُّدِهِ. وَإِذَا كَانَتْ هُنَاكَ



مَجْمُوعَةٌ نَجُومٍ تَوَاعِيَتْ قَرِيبَةً مِنْ بَعْضِهَا، فَإِنَّ كُلَّ تَوَعُّدَيْنِ يَدُورَانِ حَوْلَ التَّوَعُّدَيْنِ الْآخَرَيْنِ بِالإِضَافَةِ إِلَى دَوْرَانِهِمَا حَوْلَ نَفْسِيهِمَا.

تَصْنِيفُ النُّجُومِ

هُنَاكَ نَجُومٌ أَمَكْنَ تَرْتِيبُهَا فِي سِلْسِلَةٍ وَفَقَ خُضُوعِهَا لِجُمْلَةِ شُرُوطِ، فَسُمِّيَتْ بِنَجُومِ (التَّابِعِ الرَّئِيسِ). أَمَّا النُّجُومُ الَّتِي شَدَّتْ فِي بَعْضِ أُمُورِهَا عَنِ الْإِنْدِرَاجِ فِي تِلْكَ السِّلْسِلَةِ فَقَدْ تَرَكَّتْ خَارِجَهَا.

نَجُومُ التَّابِعِ الرَّئِيسِ

(80 %) مِنْ نَجُومِ هَذَا الْكَوْنِ أَمَكْنَ تَصْنِيفُهَا فِي سِلْسِلَةِ

كثافةً، أَمَا لَمَعَانَهَا فَيُفَوِّقُ لَمَعَانَ الْعَمَالِقَةِ.

(ث) الْأَقْزَامُ الْبَيْضَاءُ White dwarfs :

هِيَ نُجُومٌ صَغِيرَةٌ الْحَجْمِ جِدًّا، حَتَّى إِنَّ بَعْضَهَا يُقَارِبُ حَجْمَهُ حَجْمَ الْكُوكَبِ (عُطَارِدُ)، أَصْغَرِ كُوكَبِ الْمَجْمُوعَةِ

الشمس

قزم أبيض

المقياس 1 : 100

الشَّمْسِيَّةِ حَجْمًا، وَأَكْبَرُهَا لَا يَكَادُ يَتَجَاوَزُ حَجْمَهُ حَجْمَ الْكُوكَبِ

(أورانوس)، رَابِعِ كُوكَبِ الْمَجْمُوعَةِ الشَّمْسِيَّةِ حَجْمًا.

وَمَعَ صِغَرِ حَجْمِ هَذِهِ النُّجُومِ، فَإِنَّ كُتْلَتَهَا تُعَادِلُ كُتْلَةَ

النُّجُومِ الْمُتَوَسِّطَةِ الْحَجْمِ الْمَوْجُودَةِ فِي سِلْسِلَةِ التَّتَابُعِ الرَّئِيسِ،

كَالشَّمْسِ مَثَلًا، وَقَدْ تَزِيدُ عَلَيْهَا. يُضَافُ إِلَى ذَلِكَ كَثَافَتُهَا

الْهَائِلَةِ، لِدَرَجَةِ أَنَّ الْمِثْرَ الْمُكْعَبَ الْوَاحِدَ مِنْ مَادَّتِهَا يُعَادِلُ

وِزْنَهُ وَزَنَ حُمُولَةِ أَضْحَمِ الْبُؤَاخِرِ التَّجَارِيَةِ. كَمَا أَنَّ الْحَرَارَةَ فِي

مَرَاكِزِهَا تَزِيدُ عَلَى الْحَرَارَةِ الْقَائِمَةِ عِنْدَ مَرْكَزِ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ

(20) مَرَّةً عَلَى قُطْرِ الشَّمْسِ، أَمَا قُطْرُ أَصْغَرِ نَجْمٍ مِنْ نُجُومِ السِّلْسِلَةِ فَلَا يَتَجَاوَزُ (10/1) قُطْرَ الشَّمْسِ.

(ت) وَإِنَّ أَشَدَّ نُجُومِ تِلْكَ السِّلْسِلَةِ حَرَارَةُ نُجُومٍ تَبْلُغُ حَرَارَةَ سَطْحِهَا (500.000) دَرَجَةَ مِثْوِيَّةً، أَيْ تَفُوقُ حَرَارَةَ سَطْحِ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (85) مَرَّةً تَقْرِيبًا. أَمَا أَقَلُّ نُجُومِ تِلْكَ السِّلْسِلَةِ حَرَارَةً فَهِيَ نُجُومٌ لَا تَزِيدُ حَرَارَةَ سَطْحِهَا عَلَى (2000) دَرَجَةَ مِثْوِيَّةً، أَيْ مَا يُعَادِلُ (3/1) حَرَارَةَ سَطْحِ الشَّمْسِ.

(ث) وَإِنَّ أَكْبَرَ نُجُومِ السِّلْسِلَةِ كُتْلَةً هِيَ نُجُومٌ يَفُوقُ وَرْنَهَا وَزَنَ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (40) مَرَّةً؛ وَإِنَّ أَصْغَرَ نُجُومِ تِلْكَ السِّلْسِلَةِ كُتْلَةً مَا لَا تَزِيدُ كُتْلَتَهُ عَلَى (10/1) كُتْلَةَ الشَّمْسِ.

وَمِنْ أَهَمِّ مَجْمُوعَاتِ نُجُومِ سِلْسِلَةِ التَّتَابُعِ الرَّئِيسِ، وَالَّتِي لَا يُمَكِّنُ أَنْ يَحْضُرَهَا عَدٌّ أَوْ ذِكْرٌ، بِالإِضَافَةِ إِلَى الشَّمْسِ، مَجْمُوعَاتُ النُّجُومِ التَّالِيَةِ : (سِلْسِلَةُ اللَّائِي) فِي وَسْطِ كُوكَبَةِ الْجَبَّارِ، وَ(الشَّعْرَى الْيَمَانِيَّةُ) فِي كُوكَبَةِ الْكَلْبِ الْأَكْبَرِ، وَنَجْمُ (الشَّعْرَى الشَّامِيَّةُ).

أَمَا النُّجُومُ الَّتِي لَمْ تَنْدَرِجْ تَحْتَ سِلْسِلَةِ التَّتَابُعِ الرَّئِيسِ فَهِيَ :

(أ) الْعَمَالِقَةُ الدُّنْيَا :

وَهِيَ نُجُومٌ إِذَا مَا قُورِنَتْ بِمِثْلَاتِهَا مِنْ نُجُومِ التَّتَابُعِ الرَّئِيسِ، مِنْ حَيْثُ دَرَجَةُ حَرَارَتِهَا، نَجِدُهَا أَكْبَرَ حَجْمًا، وَأَقَلَّ كَثَافَةً.

(ب) الْعَمَالِقَةُ GIANTS :

هِيَ نُجُومٌ إِذَا مَا قُورِنَتْ بِمِثْلَاتِهَا مِنْ نُجُومِ التَّتَابُعِ الرَّئِيسِ، مِنْ حَيْثُ دَرَجَةُ حَرَارَتِهَا، نَجِدُهَا أَكْبَرَ حَجْمًا، وَأَقَلَّ كَثَافَةً، وَأَكْثَرَ لَمَعَانًا؛ وَمِنْ أَمَثِلَتِهَا : نَجْمُ (السَّمَاءِ الرَّامِحِ) فِي كُوكَبَةِ (الْعَوَاءِ)، وَنَجْمُ (عَيْنِ الثَّوْرِ) فِي بُرْجِ (الثَّوْرِ).

(ت) الْعَمَالِقَةُ الْعُلْيَا :

هِيَ نُجُومٌ إِذَا مَا قُورِنَتْ بِمِثْلَاتِهَا مِنْ نُجُومِ التَّتَابُعِ الرَّئِيسِ، مِنْ حَيْثُ دَرَجَةُ حَرَارَتِهَا، كَانَتْ أَكْبَرَ حَجْمًا، وَأَقَلَّ

العالم الفلكي (وليم هرشل) الذي كان يقوم بمحاولة لتعيين مقدار اختلاف الزاوية القائمة بين نجمين: أحدهما قريب من الأرض، والثاني بعيد عنها؛ ولكي تختلف الزاوية بين النجمين، كان عليه أن يرصد النجمين مرتين في العام: أولاً عندما تكون الشمس قد بلغت على مدارها النقطة التي يبدأ عندها الانقلاب الصيفي يوم (21) حزيران، والثانية عندما تكون الشمس قد قطعت في دورتها حول الشمس نصف مدارها، أي مسافة (470) مليون كم، وبلغت النقطة التي يبدأ عندها الانقلاب الشتوي يوم (21) كانون الأول.

يتراوح بين (10) أو (20) وحتى (50) مرة؛ وهذا هو السر في انحلال الذرات المركبة للنواة فيها، وتحول تلك الذرات إلى مسحوق متراص من النويات والإلكترونات التي تتدافع فيما بينها على غير هدى، دون أن تستطيع التماسك أو الترابط، بالإضافة إلى الضغط الهائل المتسلط عليها، والذي ينتج عن الجاذبية الشديدة القائمة في مركز النجم لبقية جرمه.

ومن أشهر تلك النجوم الأقزام النجم الذي سمي باسم مكتشفه (فان مانن)، والذي يصغر الأرض حجماً ويفوق الشمس بكثير كثافة وكثلة. ثم النجم المسمى (رفيق الشعرى الخفي) الذي يكبر الأرض بمقدار (30) مرة، بينما تزيد كتلته على كتلة الأرض بمقدار (300.000) مرة؛ وهذا يعني أن ملء علبة ثياب من مادته لا يمكن نقلها إلا بشاحنة ضخمة.

وتتصف النجوم الأقزام أيضاً بكبر طاقتها الإشعاعية، نظراً لشدّة الحرارة فيها، مع صغر مساحتها؛ فقد وجد أن السنتيمتر المربع الواحد من سطحها يشع من الطاقة ما مقداره (40) حصاناً، بينما لا تزيد الطاقة التي يشعها السنتيمتر المربع الواحد من سطح الشمس على (8) حصنة.

أنواع النجوم

(1) النجوم الأحادية:

حتى بداية النصف الثاني من القرن الثامن عشر، كان علماء الفلك ينظرون إلى كل نجم من نجوم المجرة على أنه جرم قائم بذاته، ويربطه مع بقية نجوم المجرة، ومع مركزها، رباط الجاذبية التي تحدّد له مكانه ومساره.

(2) النجوم الثنائية:

في النصف الثاني من القرن الثامن عشر، تم اكتشاف النجوم الثنائية Binary stars عن طريق الصدفة على يد



تؤوي غيمة الثور الجزيئية سُدماً نابضة بالحياة ونجوماً عديدة في مجرى تكونها. ولكون مناطق الحصانات النجمية هذه واقعة قريباً نسبياً من الأرض، فإن رصدها يمكن أن يرفدنا بأفكار هامة عن ولادة النجوم الثنائية.

وتُدعى طريقة قياس الفرق بين الزاويتين اللتين يتم التوصل إليهما بالأسلوب الذي ذكرناه طريقة (الإزاحة)، لأننا حين نرصد النجم من مكانين بعيدين عن بعضهما لدرجة كبيرة، يبدو لنا كأنه قد غير مكانه، أي كأننا أزحناه عن مكانه.

مُعْظَم النُّجُوم ذَات المَدَارَاتِ الدَّائِرِيَّةِ هِيَ نُجُومٌ مُرْدَوِجَةٌ،
بِالإِضَافَةِ إِلَى النُّجُومِ الثَّنَائِيَّةِ ذَاتِ المَدَارَاتِ الإِهْلِيلِيَّةِ.



النجم ألفا قنطورس هو نجم ثنائي

حَرَكَة النُّجُومِ الثَّنَائِيَّةِ

لَقَدْ شَبَّهَ عُلَمَاءُ الفَلَكِ دَوْرَانَ النُّجُومِ الثَّنَائِيَّةِ المُرْدَوِجِينَ حَوْلَ
بَعْضِهِمَا بِحَرَكَةِ رَاقِصِي (الفالس) الَّتِي تَتِمُّ فِي نِطَاقِ مَرْسُومٍ،
وَتَخْضَعُ لِقَوَائِنِ هِيَ غَايَةٌ فِي الصَّرَامَةِ؛ إِذْ إِنَّ الجَذَابِيَّةَ القُوَّةَ
القَائِمَةَ بَيْنَ النُّجُومِ تَمْنَعُ كُلَّ مِثْلِهِمَا مِنَ الإِبتِعَادِ عَنِ الآخَرِ. بَيْنَمَا
تَعْمَلُ القُوَّةُ النَّابِذَةُ فِي كُلِّ مِثْلِهِمَا، وَالنَّاتِجَةُ عَنْ دَوْرَانِ كُلِّ مِثْلِهِمَا
حَوْلَ نَفْسِهِ بِسُرْعَةٍ كَبِيرَةٍ، عَلَى عَدَمِ تَقَارُبِهِمَا أَوْ التَّصَاقِهِمَا.

وَقَدْ فُوجِئَ (هَرِشِل) حِينَ وَجَدَ أَنَّ مِقْدَارَ الزَّائِيَةِ بَيْنَ
النُّجُومِ لَمْ يَتَغَيَّرْ عِنْدَمَا قَامَ بِرَصْدِهَا فِي المَرَّةِ الثَّانِيَةِ. وَكَانَتْ
مُفَاجَأَتُهُ أَكْبَرَ حِينَ اكْتَشَفَ مِنْ خِلَالِ رَصْدِهِ ذَلِكَ أَنَّ كُلًّا مِنَ
النُّجُومِ كَانَ يَدُورُ حَوْلَ الآخَرِ؛ وَأَنَّهُمَا رَغَمَ مُرُورِ سِتَّةِ أَشْهُرٍ،
لَمْ يَسْتَكْمِلَا دَوْرَتَهُمَا حَوْلَ بَعْضِهِمَا. كَمَا لَاحَظَ أَنَّ كُلًّا مِنَ
النُّجُومِ كَانَ يَتَحَرَّكُ حَوْلَ رَفِيقِهِ بِشَكْلِ لَوْلِيٍّ، شَأْنُهُمَا فِي
ذَلِكَ شَأْنُ الأَجْرَامِ الفَضَائِيَّةِ الَّتِي تَدُورُ حَوْلَ نَفْسِهَا وَحَوْلَ جُزْمِ
آخَرٍ فِي نَفْسِ الوَقْتِ، أَيْ نَفْسِ التَّحَرُّكِ الَّتِي تَقُومُ بِهِ الأَرْضُ
فِي دَوْرَانِهَا حَوْلَ نَفْسِهَا وَحَوْلَ الشَّمْسِ فِي آنٍ وَاحِدٍ.

وَمِنَ المُلَاحَظَاتِ الَّتِي كَانَتْ عَلَى جَانِبٍ كَبِيرٍ مِنَ
الْأَهَمِّيَّةِ، أَيْضًا، اكْتِشَافُهُ أَنَّ هُنَاكَ تَجَاذُبًا بَيْنَ نَجْمٍ وَآخَرَ،
جَعَلَهُمَا يَدُورَانِ حَوْلَ بَعْضِهِمَا؛ إِذْ كَانَ الإِعْتِقَادُ السَّائِدُ بَيْنَ
عُلَمَاءِ الفَلَكِ، حَتَّى ذَلِكَ الحِينِ، أَنَّ الكَوَاكِبَ وَخَدَهَا
هِيَ الَّتِي تَتَأَثَّرُ بِجَذَابِيَّةِ النُّجُومِ الَّتِي تَدُورُ فِي فَلَكِهِ، كَمَا فِي
الْمُنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ.

وَمِنْ يَوْمِهَا، انْكَبَّ (هَرِشِل) عَلَى إِعْدَادِ قَائِمَةٍ تَتَضَمَّنُ
النُّجُومَ الثَّنَائِيَّةَ الَّتِي أَخَذَ يَتَّبَعُهَا بِمِرْقَبِهِ الفَلَكِيِّ؛ ثُمَّ جَاءَ مِنْ
بَعْدِهِ عُلَمَاءُ آخَرُونَ تَابَعُوا خُطَوَاتِهِ الَّتِي بَدَأَهَا. وَلَمْ يَمُضِ
سُورَى قَرْنَيْنِ مِنَ الزَّمَنِ عَلَى مُحَاوَلَتِهِ وَمُحَاوَلَةِ مَنْ تَبِعَهُ، حَتَّى
تَجَاوَزَ عَدَدُ النُّجُومِ الثَّنَائِيَّةِ الَّتِي دُعِيَتْ (التَّوَائِمِ)، وَالَّتِي نَمَّ
التَّأَكُّدُ مِنْهَا، عَشْرَاتُ الأُلُوفِ؛ كَمَا تَبَيَّنَ لِهَؤُلَاءِ العُلَمَاءِ أَنَّ



حَرَكَة النُّجُومِ الثَّنَائِيَّةِ

الْحَالَاتِ، بَيْنَ التَّوَعْمَيْنِ، مِنْ حَيْثُ الْإِخْتِلَافُ فِي حَجْمَيْهِمَا، وَفِي دَرَجَةِ حَرَارَتِهِمَا، وَفِي لَمَعَانِهِمَا، وَفِي كُنْثَاةٍ وَكُنْثَاةٍ كُلِّ مِنْهُمَا، وَفِي سُرْعَةِ دَوْرَانِهِمَا، سَوَاءً حَوْلَ نَفْسَيْهِمَا أَوْ فِي دَوْرَانِ كُلِّ مِنْهُمَا حَوْلَ الْآخَرِ.

أَوْجُهُ الْإِخْتِلَافِ بَيْنَ النُّجُومِ الثَّنَائِيَّةِ

(1) فِي الْحَجْمِ:

مُعْظَمُ النُّجُومِ الثَّنَائِيَّةِ، أَيِ التَّوَائِمِ، يَكُونُ الْإِخْتِلَافُ فِي الْحَجْمِ بَيْنَهُمَا كَبِيرًا، حَتَّى إِنَّ كَبَرَ الْفَرْقِ بَيْنَ حَجْمَيْهِمَا يَبْلُغُ حَدَّ الطَّرَافَةِ، حِينَ يَظْهَرَانِ لِلرَّاصِدِ كَأَنَّهُمَا فِيلٌ آخِذٌ بِيَدِ دُبَابَةٍ يُرَاقِصُهَا، حِينَ يَدُورُ حَوْلَهَا وَتَدُورُ حَوْلَهُ.

وَالنَّجْمُ الْمُرْدُودُجُ الْمُسَمَّى (الْمِيرَةُ) أَوْ (و. قِطُس) هُوَ خَيْرٌ مِثَالٍ عَلَى ذَلِكَ. فَالتَّوَعْمُ الْأَوَّلُ مِنْهُمَا كَبِيرٌ لِدَرَجَةِ أَنَّهُ قَادِرٌ عَلَى اسْتِيعَابِ (30) شَمْسًا مِنْ شَمْسِنَا؛ أَمَّا التَّوَعْمُ الثَّانِي فَهُوَ قَزَمٌ لِدَرَجَةِ لَا يَكَادُ يَفُوقُ فِي حَجْمِهِ حَجْمَ أَرْضِنَا، وَخَافَتْ النُّورِ إِلَى حَدِّ بَعِيدٍ.

(2) فِي مَرَحَلَةِ الْعُمُرِ:

حَيْثُ نَجِدُ أَنَّ التَّوَعْمَ الْأَوَّلَ لَا يَزَالُ فِي شَرَحِ شَبَابِهِ، أَوْ فِي أَوَاسِطِ عُمْرِهِ، يَسْتَهْلِكُ وَقُودَهُ الْهَيْدُرُوجِيَّ بِمُسَاعَدَةِ دَوْرَةِ الْكَرْبُونِ فِيهِ بِشَكْلِ مَعْقُولٍ؛ بَيْنَمَا نَجِدُ التَّوَعْمَ الثَّانِي وَقَدْ أَسْرَعَ فِي الْإِتِهَامِ كُلِّ مَا فِيهِ مِنْ غَازِ (الْهَيْدُرُوجِينِ)، مُحَوَّلًا إِيَّاهُ إِلَى غَازِ (الْهَلِيُومِ)، مِمَّا أَدَّى إِلَى دُخُولِهِ مَرَحَلَةِ الْإِنْفِلَاسِ النَّجْمِيِّ الَّتِي تُوَصِّلُهُ إِلَى الْهَرَمِ، ثُمَّ لَا تَلْبِثُ أَنْ تُسَلِّمَهُ إِلَى نَهَائِيَةِ الْمَحْتَوَمَةِ.

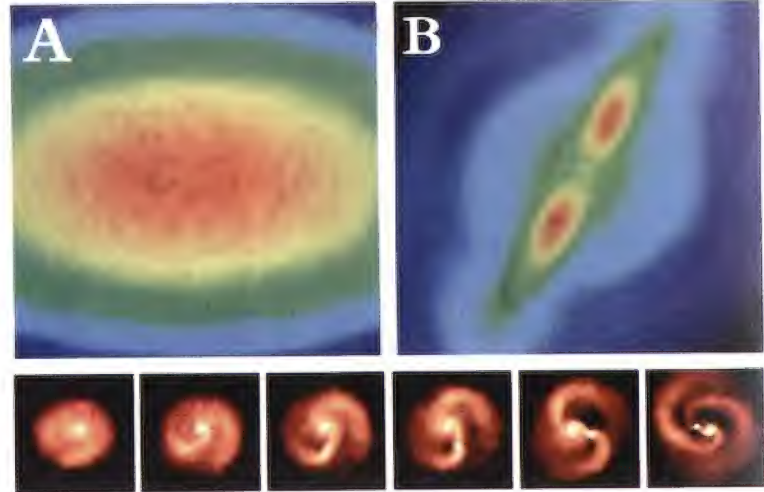
(3) مِنْ حَيْثُ اللَّمَعَانُ وَالْحَرَارَةُ:

كَثِيرًا مَا نَجِدُ أَنَّ التَّوَعْمَ الْأَوَّلَ مُسْتَعِرُّ الْحَرَارَةِ، شَدِيدُ اللَّمَعَانِ، يَفُوقُ لَمَعَانَهُ أحيانًا لَمَعَانَ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (100) مَرَّةٍ، كَمَا هُوَ الْحَالُ فِي التَّوَعْمِ الْأَوَّلِ مِنَ النَّجْمِ الْمُرْدُودِجِ

نُشُوءُ النُّجُومِ الثَّنَائِيَّةِ

لَمْ تَنْشَأِ النُّجُومُ الثَّنَائِيَّةُ بِعَامِلِ صُدْفَةٍ أَوْ ظَرْفٍ عَابِرٍ، وَإِنَّمَا نَشَأَ كُلُّ زَوْجٍ مِنْهُمَا بِنَتِيجَةِ حَادِثَةٍ وَاحِدَةٍ أَوْجَدَتْهُمَا.

وَيَعْتَقِدُ بَعْضُ الْعُلَمَاءِ بِأَنَّ كُلًّا مِنْهُمَا قَدْ تَكَوَّنَ مُنْفَصِلًا عَنِ الْآخَرِ، إِنَّمَا فِي وَقْتٍ وَاحِدٍ؛ بَيْنَمَا يَرَى الْبَعْضُ الْآخَرَ بِأَنَّهُمَا كَانَا فِي الْبَدْءِ نَجْمًا وَاحِدًا، ثُمَّ انْشَطَرَ إِلَى نَجْمَيْنِ. وَالرَّأْيُ الْأَوَّلُ هُوَ الْمَرْجُوحُ، عَلَى ضَوْءِ مَا انْتَهَتْ إِلَيْهِ دِرَاسَةُ النَّمَاذِجِ الْمُتَعَدِّدَةِ لِلنُّجُومِ التَّوَعْمِيَّةِ، وَالَّتِي تَبَيَّنَ مِنْهَا أَنَّهَا لَا تَقْتَصِرُ عَلَى ارْتِبَاطِ نَجْمَيْنِ فَقَطْ بَيْنَهُمَا، بَلْ تَعْدُّهُمَا إِلَى ارْتِبَاطِ عِدَّةِ أَزْوَاجٍ مِنَ النُّجُومِ فِيمَا بَيْنَهُمَا، بِفِعْلِ الْجَازِيَّةِ الَّتِي تُؤَدِّي إِلَى دَوْرَانِ كُلِّ نَجْمَيْنِ تَوَعْمَيْنِ حَوْلَ بَعْضِهِمَا، ثُمَّ دَوْرَانِ تِلْكَ الْأَزْوَاجِ مِنَ التَّوَائِمِ حَوْلَ بَعْضِهَا.



يُمْكِنُ لِلنُّجُومِ الثَّنَائِيَّةِ أَنْ تَتَكَوَّنَ مُبَاشَرَةً حِينَ تَقُومُ غَيْمَةٌ جَزَائِيَّةٌ مُتَطَاوِلَةٌ قَلِيلًا (A) بِالْأَنْهِيَارِ وَالتَّشْطِي إِلَى مَنَظُومَةٍ نَجْمِيَّةٍ أَوَّلِيَّةٍ لَهَا شَكْلُ الْقَضِيبِ (B). إِنَّ مَنَاطِقَ الْكُنْثَاةِ الْعَالِيَةِ فِي الْمُحَاكَاةِ الْحَاسُوبِيَّةِ الْعِلَوِيَّةِ يُسَارُّ إِلَيْهَا بِاللُّوْنِ الْأَخْمَرِ، وَتُبَيَّنُ النَّمِذَجَةُ الْعَدِيدَةُ لِلطُّورِ الثَّانِي مِنَ أَنْهِيَارِ غَيْمَةِ نَجْمٍ أَوَّلِيٍّ كَيْفِيَّةً تَطُورُ نَجْمٌ ثَنَائِيٌّ أَحَدُ عُضْوَيْهِ قَرِيبٌ مِنَ الْآخَرِ (الصُّورَةُ الصَّغِيرَةُ السِّفْلِيَّة). وَالنُّجُومُ الثَّنَائِيَّةُ مَفْصُولَةٌ بِمَسَافَةٍ (0.02) وَاحِدَةً فَلَكَيَّةً فَقَطْ.

يُضَافُ إِلَى ذَلِكَ، التَّنَاقُصُ الْكَبِيرُ الَّذِي نَرَاهُ، فِي مُعْظَمِ

بَيْنَمَا يَكُونُ التَّوَعُّمُ الثَّانِي مِنْ هَذَا الْمُرْدَوْجِ نَجْمًا مُنْخَفِضَ
الْحَرَارَةِ، ضَبِيلِ النُّورِ، مُحَمَّرَ الشَّعَاعِ.

النُّجُومُ الشَّائِيَّةُ الْعَمَالِقَةُ أَوْ الْكُسُوفِيَّةُ

هِيَ نُجُومٌ ضَخْمَةٌ،
شَدِيدَةُ اللَّمَعَانِ، يُعَادِلُ حَجْمُهَا
وَلَمَعَانُهَا حَجْمَ وَلَمَعَانَ (الشُّعْرَى
الْيَمَانِيَّةِ)؛ وَلَكِنَّهَا لِبُعْدِهَا عَنَّا،
وَلِصِغَرِ مَدَارِ النُّجُومِينَ التَّوَعُّمِينَ
حَوْلَ بَعْضِهِمَا، تَأَخَّرَ الْكَشْفُ
عَنْهَا، إِذْ كَانَ النُّجُومَانِ التَّوَعُّمَانِ
يَبْدُوَانِ وَكَأَنَّهُمَا نَجْمٌ وَاحِدٌ.



ثُمَّ تَمَّ الْكَشْفُ عَنْ أَمْثَالِ
تِلْكَ التَّوَعُّمِ عَنْ طَرِيقِ (الْكُسُوفِ)
الَّذِي كَانَ يُحْدِثُهُ النَّجْمُ الْأَوَّلُ فِي

النَّجْمِ الثَّانِي أَثْنَاءَ دَوْرَانِهِ حَوْلَهُ، إِمَّا بِسَبَبِ صِغَرِ حَجْمِ النَّجْمِ
الْكَاسِفِ أَوْ بِسَبَبِ قِلَّةِ لَمَعَانِهِ.

النُّجُومُ الشَّائِيَّةُ الْمُتَرَابِطَةُ

لَقَدْ تَمَّ الْكَشْفُ عَنْ كَثِيرٍ مِنَ النُّجُومِ التَّوَعُّمِ الشَّائِيَّةِ، وَقَدْ
ارْتَبَطَ التَّوَعُّمَانِ مِنْهَا بِتَّوَعُّمَيْنِ آخَرَيْنِ بِفِعْلِ الْجَذَابِيَّةِ، حَيْثُ



يَدُورُ النُّجُومَانِ التَّوَعُّمَانِ حَوْلَ نَجْمَيْنِ تَّوَعُّمَيْنِ آخَرَيْنِ، كَمَا يَقُومُ
التَّوَعُّمَانِ الْآخَرَانِ بِالْأَدْوَارِ حَوْلَ التَّوَعُّمَيْنِ الْأَوَّلَيْنِ، هَذَا بِالإِضَافَةِ
إِلَى دَوْرَانِ كُلِّ نَجْمٍ، وَفِي كُلِّ مِنَ التَّوَعُّمَيْنِ حَوْلَ تَّوَعُّمِهِ.
فَفِي كَوْكَبَةِ (السَّلْيَاقِ) أَوْ (اللُّورَا) نَجْدٌ أَنَّ النَّجْمَ
الْخَامِسَ فِيهَا هُوَ نَجْمٌ مُرْدَوْجٌ، يُمَكِّنُنَا أَنْ نَرَاهُ وَتَّوَعُّمُهُ بِالْعَيْنِ
الْمُجَرَّدَةِ، إِذْ يَتَمَاثَلَانِ فِي التَّالِقِ وَاللُّونِ.

وَلَمَّا رُصِدَا بِالْمَرَاصِدِ الْفَلَكِيَّةِ، تَبَيَّنَ أَنَّ كُلًّا مِنْ هَذَيْنِ
النُّجُومَيْنِ هُوَ تَّوَعُّمٌ مُرْدَوْجٌ فِي حَدِّ ذَاتِهِ، وَيَخْضَعَانِ لِنِظَامِ
الدَّوْرَانِ الَّذِي قَدَّمَاهُ، حَيْثُ يَدُورُ كُلُّ رَوْجٍ مِنْهُمَا حَوْلَ
الرَّوْجِ الْآخَرِ، بِالإِضَافَةِ إِلَى دَوْرَانِ كُلِّ تَّوَعُّمٍ حَوْلَ تَّوَعُّمِهِ.

وَعِنْدَمَا تَمَّ رُصْدُ النُّجُومِ الثَّلَاثَةِ الَّتِي تُدْعَى (رَأْسُ
التَّوَعُّمِ)، فِي بُرْجِ (التَّوَعُّمَيْنِ)، وَجَدَ أَنَّ كُلَّ نَجْمٍ مِنْهَا هُوَ نَجْمٌ
مُرْدَوْجٌ تَّوَعُّمٌ؛ وَهَكَذَا تَرَابَطَتْ هَذِهِ التَّوَعُّمَاتُ الثَّلَاثَةُ فِيمَا بَيْنَهُمَا
بِالْجَذَابِيَّةِ، مُشَكِّلَةً مَجْمُوعَةً سُدَاسِيَّةً مِنَ النُّجُومِ، يَقُومُ كُلُّ
مِنِ النَّجْمَيْنِ التَّوَعُّمَيْنِ فِيهَا بِالْأَدْوَارِ حَوْلَ تَّوَعُّمِهِ، كَمَا تَدُورُ

فَإِنَّ شِدَّةَ الْجاذِبَةِ الَّتِي تَشُدُّ كِلَا مِنْهُمَا نَحْوَ الْآخِرِ تُؤَدِّي إِلَى جَعْلِ شَكْلِهِمَا بَيَّضَوَيْنِ بِسَبَبِ تَفْلُطِحِهِمَا، كَمَا يَتَدَفَّقُ مِنْ كُلِّ مِنْهُمَا حِزَامٌ مِنَ الْغَازَاتِ الْمُتَاجِجَةِ يُحِيطُ بِالْآخِرِ، ثُمَّ لَا يَلْبَثُ أَنْ يَتَدَمَّجَ الْحِزَامَانِ فِي حِزَامٍ وَاحِدٍ.

(3) النُّجُومُ التَّوَائِمُ الثَّلَاثِيَّةُ :

بِالإِضَافَةِ إِلَى مَا تَقَدَّمَ عَنْ وُجُودِ تَوَائِمٍ مُنْفَرِدَةٍ أَوْ مُزْدَوِجَةٍ، تَمَّ الْكَشْفُ عَنْ تَوَائِمٍ تَتَأَلَّفُ مِنْ (3) نُجُومٍ، يَدُورُ كُلُّ مِنْهَا حَوْلَ نَفْسِهِ، بِالإِضَافَةِ إِلَى دَوْرَانِهِ حَوْلَ تَوْءَمِهِ أَوْ تَوْءَمَتِهِ مَعًا. وَمِنْ هَذِهِ التَّمَاذِجِ : المَجْمُوعَةُ الثَّلَاثِيَّةُ الَّتِي تَمَّ الْكَشْفُ عَنْهَا فِي أَحَدِ نُجُومِ كَوَكَبَةِ (بُرْجِ السَّرَطَانِ)، فِي النَّجْمِ الْمُسَمَّى (زَيْتَا السَّرَطَانِ) الَّذِي كَانَ يُعْتَقَدُ أَنَّهُ نَجْمٌ وَاحِدٌ حَسَبًا كَشَفَتْ عَنْهُ قَدِيمًا الْمَرَاقِبُ الصَّغِيرَةُ. إِلَّا أَنَّهُ عِنْدَمَا تَطَوَّرَتِ الْمَرَاقِبُ، تَبَيَّنَ أَنَّ ذَاكَ النَّجْمَ مَا هُوَ إِلَّا تَوْءَمٌ ثَلَاثِيٌّ، يَتَأَلَّفُ مِنْ نَجْمٍ عِمْلَاقٍ أَحْمَرَ اللَّوْنِ هَرَمٍ؛ وَمِنْ نَجْمٍ آخَرَ قَرِيبٍ مِنْهُ وَصَغِيرٍ، أَبْيَضَ اللَّوْنِ مَائِلٌ لِلزُّرْقَةِ، إِنَّهُ نَجْمٌ لَا يَزَالُ فِي مُقْتَبِلِ عُمْرِهِ؛ وَمِنْ نَجْمٍ ثَالِثٍ بَعِيدٍ عَنْهُمَا، بُرْتُقَالِي اللَّوْنِ، وَأَصْغَرَ حَجْمًا مِنَ النَّجْمِ الْأَبْيَضِ، وَيَذُلُّ لَوْنُهُ الْبُرْتُقَالِي عَلَى أَنَّهُ قَدْ تَجَاوَزَ نِصْفَ عُمْرِهِ بِكَثِيرٍ. كَمَا تَبَيَّنَ أَنَّ كِلَا مِنَ النَّجْمَيْنِ الْأَحْمَرَ وَالْأَبْيَضِ يَدُورَانِ حَوْلَ بَعْضِهِمَا دَوْرَةً وَاحِدَةً كُلُّ (60) سَنَةً. أَمَّا النَّجْمُ الْبُرْتُقَالِي الْبَعِيدُ عَنْهُمَا نِسْبِيًّا، فَإِنَّهُ يَحْتَاجُ إِلَى مُدَّةٍ (1150) سَنَةٍ كَيَّ يَدُورَ حَوْلَ النَّجْمَيْنِ دَوْرَةً وَاحِدَةً.

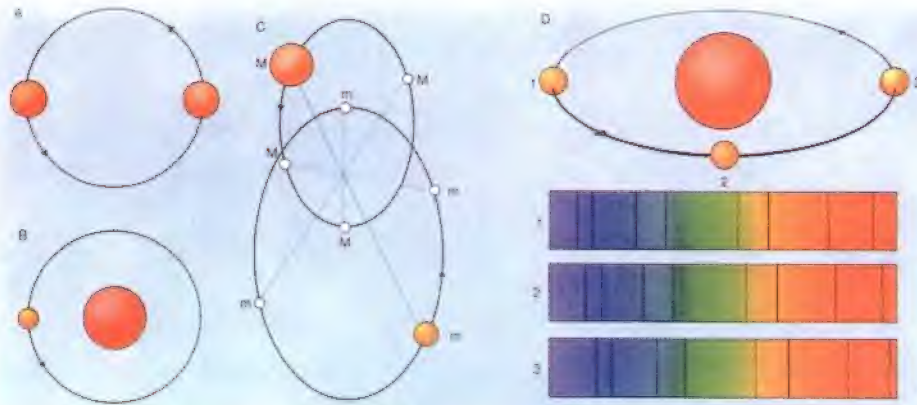
سَتُشَتَّى الْكَوَاكِبُ فِي الْمُنَظُومَاتِ النُّجُومِيَّةِ الثَّلَاثِيَّةِ (الْمُزْدَوِجَةِ) وَالثَّلَاثِيَّةِ مِنْ مَنَاطِقٍ مَحْدُودَةٍ (الْأَزْرَقِ) الَّتِي لَا يُمَكِّنُ فِيهَا أَنْ تَسْبَحَ فِي مَدَارَاتِهَا عَلَى نَحْوِ مُسْتَقَرٍّ، وَفِي دَاخِلِ هَذِهِ الْمُنَظُومَةِ يَتَمَّ فِي نِهَاجَةِ الْمَطَافِ قَادَفُ الْكَوَاكِبِ بِتَأْثِيرِ التَّغَاغُلَاتِ التَّنَاقُلِيَّةِ. وَفِي حَالِ مَنَظُومَةٍ ثَلَاثِيَّةٍ (فِي الْأَعْلَى) فَإِنَّ الْكَوَاكِبَ يُمَكِّنُ أَنْ تُقِيمَ إِذَا قُرِبَ كُلُّ مِنَ النُّجْمَيْنِ أَوْ بَعِيدًا عَنْ كِلَيْهِمَا. وَفِي حَالِ مَنَظُومَةٍ ثَلَاثِيَّةٍ (فِي الْأَسْفَلِ) مِنَ الْمُمْكِنِ أَنْ يَسِيرَ النُّجْمُ عَلَى مَدَارِهِ قَرِيبًا مِنَ النُّجْمَيْنِ الْقَرِيبِ أَحَدَهُمَا مِنَ الْآخَرِ، وَذَلِكَ فِي بُقْعَةٍ أَوْسَعِ حَوْلَ النُّجْمِ الثَّالِثِ الْمُنْفَرِدِ أَوْ أَنْ يَتَحَرَّكَ بَعِيدًا عَنِ النُّجُومِ الثَّلَاثَةِ.

التَّوَائِمُ الثَّلَاثِيَّةُ حَوْلَ بَعْضِهَا.

وَلَمَّا كَانَ الْكُسُوفُ هُوَ الَّذِي سَاعَدَ عَلَى الْكَشْفِ عَنْ هَذَا النَّوعِ مِنَ التَّوَائِمِ، فَقَدْ دُعِيََتْ بِـ (النُّجُومِ الثَّلَاثِيَّةِ الْكُسُوفِيَّةِ). وَلَمَّا كَانَ أَحَدُهُمَا، أَوْ كِلَاهُمَا، عِمْلَاقًا، فَقَدْ أُطْلِقَ عَلَيْهَا أَيْضًا اسْمُ (النُّجُومِ الثَّلَاثِيَّةِ الْعِمْلَاقِيَّةِ). وَمِنْ أَمَثَلِهِ هَذِهِ التَّوَائِمُ : نَجْمُ (الْعَبُوقِ) الْمُزْدَوِجِ الْمَوْجُودِ فِي كَوَكَبَةِ (مُحْسِكِ الْأَعْنَةِ)، وَنَجْمُ (الْجَدْيَانِ) فِي نَفْسِ الْكَوَكَبَةِ، وَنَجْمُ (الْعَنْزِ) فِي نَفْسِ الْكَوَكَبَةِ أَيْضًا، حَيْثُ يَمَازِلُ أَكْبَرُهُمَا الشَّمْسَ لَوْنًا وَدَرَجَةَ حَرَارَةٍ، وَلَكِنَّ قُطْرَهُ يَفُوقُ قُطْرَ الشَّمْسِ بِـ (200) مَرَّةً، أَمَّا النَّجْمُ الثَّانِي، الْأَقْلُ لَمَعَانًا وَحَرَارَةً، فَيَفُوقُ قُطْرَهُ قُطْرَ الشَّمْسِ (2000) مَرَّةً، أَمَّا كَثَافَتُهُ فَتَقِلُّ عَنْ كَثَافَةِ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ مِلْيُونِ مَرَّةٍ.

وَلِكِبَرِ نُجُومِ التَّوَائِمِ الْكُسُوفِيَّةِ، وَلِقُرْبِهِمَا مِنْ بَعْضِهِمَا،





وَإِخْتِلَافُ أَعْمَارِ النُّجُومِ التَّوَائِمِ أَمْرٌ مَأْلُوفٌ لَدَى مُعْظَمِهَا؛ وَإِنْ عُنِيَ عَلَى تَوَائِمِ بِأَعْمَارٍ وَاحِدَةٍ، فَذَلِكَ هُوَ الْأَمْرُ النَّادِرُ بَيْنَ هَذِهِ الْأَنْوَاعِ مِنَ النُّجُومِ.

أَنْظِمَةُ دَوَرَانِ النُّجُومِ التَّوَائِمِ

تُخْتَلِفُ مُدَّةُ دَوَرَانِ التَّوَمِ حَوْلَ

تَوَمِهِ، فِي النُّجُومِ الثَّنَائِيَةِ، مِنْ نَجْمٍ مُزْدَوَجٍ إِلَى نَجْمٍ آخَرَ، اخْتِلَافًا كَبِيرًا يَتَرَاوَحُ بَيْنَ عِدَّةِ سَاعَاتٍ وَمِائَاتِ السَّنِينَ.

وَلَوْ أَخَذْنَا النُّجُومَ الثَّنَائِيَةَ الثَّلَاثَةَ الْمَوْجُودَةَ فِي (رَأْسِ التَّوَمِ) لَوَجَدْنَا مَا يَلِي:

(أ) إِنَّ لَوْنِ النُّجْمَيْنِ التَّوَمَيْنِ الْأَوَّلَيْنِ أَحْمَرٌ، وَإِنَّ كُلًّا مِنْهُمَا يُنْهِي دَوْرَتَهُ حَوْلَ تَوَمِهِ فِي مُدَّةِ (19) سَاعَةً.

(ب) وَإِنَّ النُّجْمَيْنِ التَّوَمَيْنِ الثَّانِيَيْنِ لَامِعَانِ، وَإِنَّ كُلًّا مِنْهُمَا يُتِمُّ دَوْرَتَهُ حَوْلَ تَوَمِهِ فِي مُدَّةِ (3) أَيَّامٍ.

(ج) وَإِنَّ النُّجْمَيْنِ التَّوَمَيْنِ الثَّالِثَيْنِ لَامِعَانِ أَيْضًا، وَيَحْتَاجُ كُلُّ مِنْهُمَا كَيْ يُتِمَّ دَوْرَتَهُ حَوْلَ تَوَمِهِ إِلَى مُدَّةِ (9) أَيَّامٍ.

أَمَّا النُّجْمُ الْمُزْدَوَجُ الْمَوْجُودُ فِي كَوْكَبَةِ (مُئْسِكِ الْأَعِنَّةِ) فَيَحْتَاجُ التَّوَمُ فِيهِ إِلَى (27) سَنَةً كَيْ يُتِمَّ دَوْرَةَ وَاحِدَةً حَوْلَ تَوَمِهِ. وَالنُّجْمُ الْمُزْدَوَجُ الْمَوْجُودُ فِي كَوْكَبَةِ (قَنْطُورِس) يَحْتَاجُ التَّوَمُ فِيهِ إِلَى (80) سَنَةً كَيْ يُتِمَّ دَوْرَتَهُ حَوْلَ تَوَمِهِ. وَالنُّجْمَانِ الْمُزْدَوَجَانِ فِي كَوْكَبَةِ (اللُّورَا أَوِ السَّلْيَاقِ) يَحْتَاجُ كُلُّ مِنْهُمَا إِلَى مِائَاتِ السَّنِينَ كَيْ يُتِمَّ دَوْرَةَ وَاحِدَةً حَوْلَ تَوَمِهِ.

نِظَامُ دَوَرَانِ مَجْمُوعَةِ النُّجُومِ التَّوَائِمِ (الثَّنَائِيَةِ)، إِذَا كُنَّا وَجَدْنَا أَنَّ أَطْوَلَ مُدَّةِ دَوَرَانِ تَوَمٍ حَوْلَ تَوَمِهِ قَدْ بَلَغَتْ مِائَاتِ السَّنِينَ، فَإِنَّ دَوَرَانِ الْأَزْوَاجِ التَّوَائِمِ حَوْلَ بَعْضِهَا يَسْتَعْرِقُ لَدَى بَعْضِهَا مِائَاتِ السَّنِينَ، بَيْنَمَا يَسْتَعْرِقُ لَدَى بَعْضِهَا الْآخَرِ مِلَّيَيْنِ السَّنِينَ. مِنْ ذَلِكَ: إِنَّ الزُّوجَ الْأَوَّلَ ذَا اللَّوْنِ الْأَحْمَرِ، الْمَوْجُودُ فِي كَوْكَبَةِ (رَأْسِ التَّوَمِ)، يَحْتَاجُ إِلَى مِلَّيَيْنِ السَّنِينَ كَيْ يُتِمَّ دَوْرَةَ وَاحِدَةً حَوْلَ الزُّوجَيْنِ الْآخَرَيْنِ اللَّامِعَيْنِ فِي هَذِهِ الْكَوْكَبَةِ. أَمَّا الزُّوجَانِ اللَّامِعَانِ فِيهَا، فَلَا يَحْتَاجَانِ إِلَّا إِلَى (300) سَنَةٍ حَتَّى يُتِمَّا دَوْرَتَهُمَا حَوْلَ بَعْضِهِمَا.

(4) النُّجُومُ النَّبَاضَةُ :

فِي عَامِ 1982م، اكْتَشَفَ (د. س. باكر) مِنْ جَامِعَةِ كَالِيفُورْنِيَا فِي بِيرْكَلِي وَمُعَاوَنُوهُ نَجْمًا يَبْثُ نَبْضَاتٍ رَادِيَوِيَّةً دَوْرَهَا (1.558 مِلْثَانِيَةً) وَيَقَعُ فِي كَوْكَبَةِ الثَّعْلَبِ، وَهَذَا مِنَ (النُّجْمِ النَّبَاضِ) Pulsar الرَادِيَوِي الَّذِي أَتَّفَقَ عَلَى تَسْمِيَتِهِ بـ (214 + 1937) أَسْرَعَ نَجْمٍ نَبَاضٍ مَعْرُوفٍ النَّبَاضَاتُ الرَادِيَوِيَّةُ أَجْرَامُ سَمَاوِيَّةٌ شَبِيهَةٌ بِالنُّجُومِ تَبْثُ أَنْوَاعًا عَدِيدَةً مِنَ الْإِشْعَاعِ الْكَهْرَطِيسِيِّ وَالْجُسِيمِيِّ وَمِنْ بَيْنِهَا الْأَمْوَاجُ الرَادِيَوِيَّةُ (مِثْلُ مَوَاجِ الرَادِيُو).

وَقَدْ كَانَ أَسْرَعَ نَجْمٍ نَبَاضٍ رَادِيَوِيٍّ مَعْرُوفٌ قَبْلَ اكْتِشَافِ (214 + 1937) هُوَ النُّجْمُ النَّبَاضُ فِي السَّرَطَانِ الَّذِي يَبْثُ نَبْضَاتٍ دَوْرَهَا (30 مِلْثَانِيَةً)، وَهَذَا النُّجْمُ مَدْفُونٌ فِي وَسْطِ ضُبَابِيٍّ ضَخْمٍ يُشْبِهُ كُرَةً قَطْنِيَّةً وَيُدْعَى (سَدِيمُ السَّرَطَانِ).

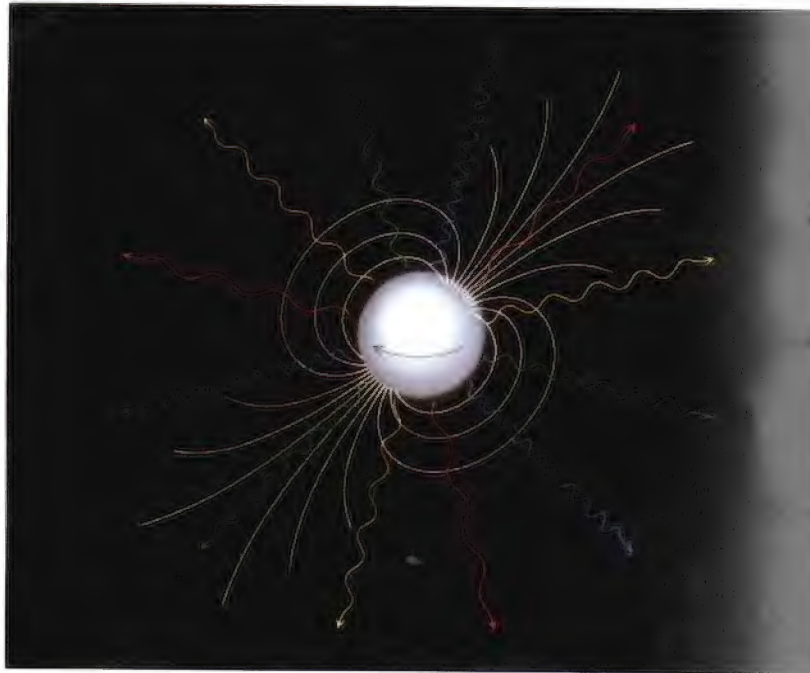
وَالنُّجُومُ النَّبَاضَةُ هِيَ نُجُومٌ نَتْرُونِيَّةٌ فِي حَالَةِ دَوَرَانٍ: أَيُّ نَوَى ضَخْمَةٍ تَدُورُ حَوْلَ نَفْسِهَا وَتَحْتَوِي عَلَى 10^{57} بروتون ونيوترون.

(5) النجوم فائقة المغناطيسية (المغنيارات) :

وَجَدَ الفَلَكَاوِيُّونَ لِنُجُومٍ تَطْلُقُ وَمُضَاتٍ مُتَوَهِّجَةٍ مِنْ أَشْعَةٍ غَامَا والأشعة السينية يفوق سطوعها ملايين المرات سطوع أي مصدر مكرر آخر لهذه الأشعة. وتُشير الطاقة الهائلة والإشارات النابضة المصاحبة لهذه الأشعة إلى أن مصدرها هو ثاني أكثر الأجرام الكونية غرابة (بعد الثقب الأسود) ألا وهو النجم التروني.

يملك هذا النوع من النجوم الترونية أقوى حقل مغناطيسي جرى قياسه على الإطلاق. ولذلك سُميت (مغنيارات Magnetars) أي النجوم الفائقة المغناطيسية. تُبهر الطاقة المغناطيسية العالية اضطرابات على سطوح المغنيارات تشبه الزلازل الأرضية، ويمكنها تفسير الومضات للأشعة الساطعة.

تبقى هذه المغنيارات ناشطة قرابة عشرة آلاف سنة فقط، وهذا يدل على أن الملايين منها تجوب مجرتنا من دون اكتشافنا لها.



يُعتقد أن النجم النابض الذي دورته ملي ثانية والذي يُرمز له بالرقم (214 + 1937) قد نشأ على نحو مُغاير لشيءٍ غيره من النجوم النابضة. ويُظن أنه نجم تروني كُيفَ قد عادَ إلى الحياة، أي أُعيدت إليه حركته الدورانية. ويُحتمل أنه قد كان هذا النجم، قبل عدة ملايين من السنين أو أكثر، جزءاً من ثنائية سينية مُؤلفة من نجم تروني يدور حول نفسه ويدور حول نجم رقيق (الرسم العلوي) ولدى دوران هذين النجمين كلٌّ حول الآخر، سحب النجم التروني ببطء مادة من رفيقهِ حتى التَحَمَّتْ بِهِ. إنَّ اصطدام المادة بسطح النجم التروني أطلقَ أشعةً سينيةً، وعندئذٍ بدأ النجم التروني بالدوران حول محوره بصورةٍ أسرع. وعندما توقَّف أخيراً سحبُ المادة، وماتَ النجم الرقيق بعد أن نضبت مادته، وبيدو أن النجم التروني أخذ يدور حول نفسه بسرعةٍ تكفي لجعله نجماً نابضاً راديوياً (الرسم السفلي) وتُمثلُ الخطوطُ المتموجةُ الحمراء في الرسم موجات راديوية، والخطوطُ الصفراءُ ضوءاً مرئياً والخطوطُ الخضراءُ أشعةً سينيةً، والزرقاءُ أشعةً غاما.

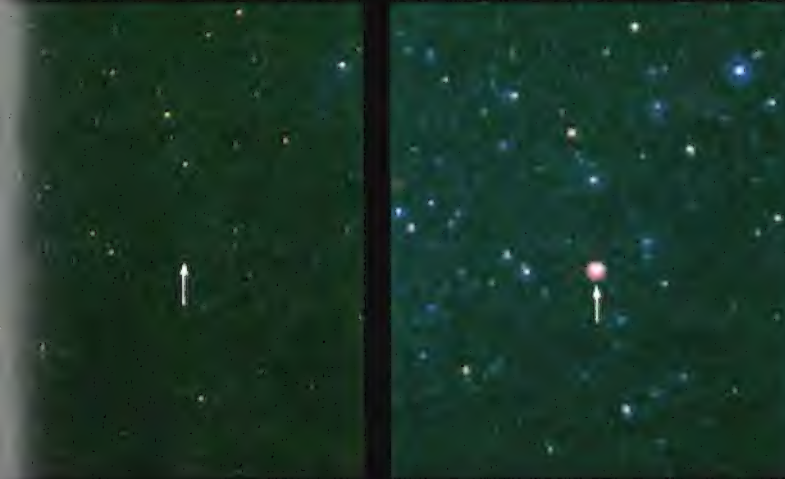
(6) الأَقْرَامُ البَيْتَةُ

هِيَ أَجْرَامٌ سَمَاوِيَّةٌ أَقَلُّ كِتْلَةً مِنَ النُّجُومِ، وَلَكِنَّهَا أَكْبَرُ كِتْلَةً مِنَ الْكَوَاكِبِ، وَتُعْتَبَرُ الْأَقْرَامُ الْبَيْتَةُ **Brown dwarfs** نُجُومًا زَائِفَةً. فَالنُّجْمُ يُضِيءُ بِفَضْلِ التَّفَاعُلَاتِ النَّوَوِيَّةِ الْحَرَارِيَّةِ الَّتِي تَحْدُثُ فِي قَلْبِهِ، وَهِيَ تَفَاعُلَاتٌ تُطْلِقُ قَدْرًا هَائِلًا مِنَ الطَّاقَةِ نَتِيجَةً أَنْدِمَاجِ الْهَيْدْرُوجِينِ مُكَوَّنًا الْهَلِيُومَ. إِلَّا أَنَّ حُدُوثَ تَفَاعُلَاتِ الْأَنْدِمَاجِ يَتَطَلَّبُ أَلَّا تَقَلَّ دَرَجَةُ الْحَرَارَةِ فِي قَلْبِ النُّجْمِ عَنْ ثَلَاثَةِ مِلْيَارٍ دَرَجَةٍ كَلْفَن. وَلَمَّا كَانَتْ دَرَجَةُ حَرَارَةِ الْقَلْبِ تَرْتَفِعُ كُلَّمَا زَادَ الضَّغْطُ الثَّقَالِي، وَجَبَ أَلَّا تَقَلَّ كِتْلَةُ النُّجْمِ عَنْ 75 مَرَّةً قَدْرَ كِتْلَةِ الْمُسْتَرِي أَوْ مَا يُقَارِبُ سَبْعَةَ فِي الْمِئَةِ مِنْ كِتْلَةِ شَمْسِنَا. إِنَّ هَذَا الشَّرْطَ غَيْرُ مُحَقَّقٍ فِي الْقَرَمِ الْبَنِيِّ، فَهُوَ أَثْقَلُ كَوْكَبٍ غَازِيٍّ عُمَلَقٍ، إِلَّا أَنَّ كِتْلَتَهُ غَيْرُ كَافِيَةٍ لِيَصِيرَ نَجْمًا.

قَرَمٌ بُنِيٌّ

(7) النُّجُومُ الْمُتَغَيِّرَةُ

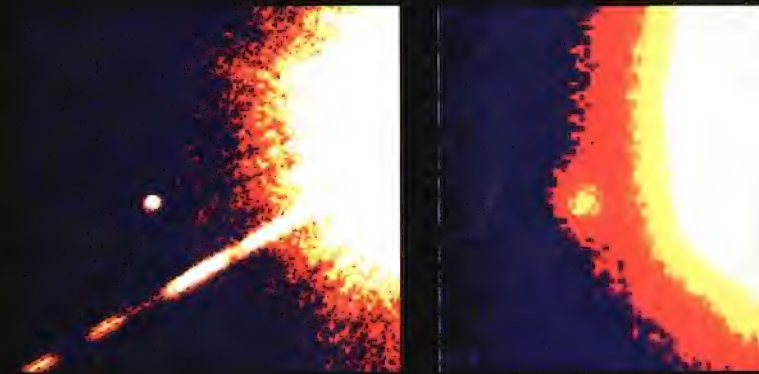
هِيَ نُجُومٌ تَخْتَلِفُ دَرَجَةُ لَمْعَانِهَا بِالنَّسْبَةِ لِلرَّاصِدِ اخْتِلَافًا كَبِيرًا، إِنَّمَا بِشَكْلِ رَتِيبٍ مُنَظَّمٍ؛ فَبَعْدَ أَنْ يَكُونَ لَمْعَانِهَا عَادِيًّا، يَأْخُذُ بِالْإِزْدِيَادِ التَّدرِيجِيِّ حَتَّى يَبْلُغَ (100) ضِعْفَ عَمَّا كَانَ عَلَيْهِ فِي الْبِدَايَةِ، ثُمَّ لَا يَلْبَثُ أَنْ يَخْفَ لَمْعَانِهَا بِالتَّدرِيجِ شَيْئًا فَشَيْئًا حَتَّى يَعودَ إِلَى طَبِيعَتِهِ الْأُولَى. وَمِنْ أَمْثَلَةِ هَذِهِ النُّجُومِ الْمُتَغَيِّرَةِ **Variable stars** النُّجْمُ الْمُسَمَّى (ي. الْجَبَّار) الَّذِي يَقَعُ فَوْقَ كَتِفِ كَوْكَبَةِ (الْجَبَّارِ)، وَهُوَ نَجْمٌ لَا تَكَادُ الْعَيْنُ تُمَيِّزُهُ فِي حَالِ خُمُوتِهِ.



صُورَةُ أَوَّلِ نَجْمٍ مُتَغَيِّرٍ وَاسْمُهُ مَيْرَة، اكْتُشِفَتْهُ الْفَلَكِيَّةُ الْأَلْمَانِيَّةُ دِيْفِيدُ فَابْرِيسِيوسُ عَامَ 1596 م.

وَيَعودُ سَبَبُ هَذَا التَّأَلُّقِ الْكَبِيرِ إِلَى الْهَيِّجَانِ الَّذِي يَحْدُثُ فِي النُّجْمِ إِثْرَ نَشَاطِ التَّفَجُّرَاتِ النَّوَوِيَّةِ فِي بَاطِنِهِ، وَالَّذِي تَزْدَادُ حَدَّتُهُ يَوْمًا بَعْدَ يَوْمٍ حَتَّى يَبْلُغَ أَوْجَهُ بَعْدَ انْقِضَاءِ عَامٍ عَلَى بَدْءِ تَأَلُّقِهِ. وَيُرَافِقُ ذَلِكَ الْهَيِّجَانُ، فِي هَذِهِ النُّجُومِ، انْدِفَاعُ مَقْدُوفَاتِ مِنَ الشُّوَاطِ وَالْأَلْسِنَةِ الْمُلتَهَبَةِ، تَنْتَشِرُ فِي الْفَضَاءِ عَلَى شَكْلِ جَدَاوِلٍ تَمْتَدُّ عِزْرَ مِائَاتِ أُلُوفِ الْكِيلُومِتَرَاتِ، بَعِيدًا عَنْ سَطْحِ النُّجْمِ، لِيَضِيْعَ بَعْضُهَا فِي رِحَابِ الْكَوْنِ، وَلِيَرْتَدَّ بَعْضُهَا الْآخَرُ إِلَى سَطْحِ النُّجْمِ، مُشَكِّلًا أَقْوَاسًا مِنَ اللَّهَبِ.

تُعْتَبَرُ الْأَقْرَامُ الْبَيْتَةُ نُجُومًا زَائِفَةً. فَالنُّجْمُ يُضِيءُ بِفَضْلِ التَّفَاعُلَاتِ النَّوَوِيَّةِ الْحَرَارِيَّةِ الَّتِي تَحْدُثُ فِي قَلْبِهِ.



خُفُوتِ نُورِهِ الَّذِي كَانَ عَلَيْهِ .
وَيُمْكِنُ تَصْنِيفُ النُّجُومِ الْمُتَغَيِّرَةِ فِي ثَلَاثِ زَمَرٍ هِيَ :
(النُّجُومُ الْمُتَغَيِّرَةُ الْقَيْفَاوِيَّةُ) ، وَ(النُّجُومُ الْمُتَغَيِّرَةُ ذَاتُ الدَّوْرَةِ
الطَّوِيلَةِ) ، وَ(النُّجُومُ الْمُتَغَيِّرَةُ بِلاَ نِظَامٍ) .

(1) النُّجُومُ الْمُتَغَيِّرَةُ الْقَيْفَاوِيَّةُ :

تَتَمَيَّزُ عَنْ غَيْرِهَا مِنَ الْمُتَغَيِّرَاتِ بِقِصَرِ الْفَتْرَةِ بَيْنَ خُفُوتِ
نُورِ النَّجْمِ وَبُلُوغِهِ ذُرْوَةِ لَمَعَانِهِ ؛ فَهِيَ تَكُونُ يَوْمًا وَاحِدًا فِي
بَعْضِ هَذِهِ النُّجُومِ أَوْ أَكْثَرَ ، بَيْنَمَا لَا تَزِيدُ عَلَى (50) يَوْمًا فِي
بَقِيَّةِ النُّجُومِ الْأُخْرَى مِنْ هَذَا النَّوعِ .

وَقَدْ دُعِيَتْ مِثْلُ هَذِهِ النُّجُومِ بِاسْمِ (النُّجُومِ الْقَيْفَاوِيَّةِ)
Cepheid stars نِسْبَةً إِلَى كَوَكَبَةِ (قيفاوس) أَوْ (الْمُلْتَهَبِ) ،
وَالَّتِي تَحْضُرُ النَّجْمَ الْقُطْبِيَّ فِيمَا بَيْنَهَا وَبَيْنَ كَوَكَبَةِ (الدُّبِّ
الأكبر) .

وَتُمْتَازُ هَذِهِ النُّجُومُ عَنْ غَيْرِهَا مِنَ النُّجُومِ الْمُتَغَيِّرَةِ
بِكَبَرِ حَجْمِهَا ، إِذْ إِنَّ قُطْرَ بَعْضِهَا يَفُوقُ قُطْرَ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ
(100) مَرَّةً ، وَمِنْهَا مَا يَزِيدُ قُطْرُهَا عَلَى قُطْرِ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ
(10.000) مَرَّةً .

وَيُلَاحَظُ عِنْدَ اقْتِرَابِ الْهَيَجَانِ مِنْ ذُرْوَتِهِ انْدِفَاعُ أَشْهُمِ
لَامِعَةٍ مِنْ (الْهَيْدروحين) ، تَمَلُّاَ الْفَضَاءَ الْمُحِيطَ بِالنَّجْمِ ،
وَهِيَ الَّتِي تَجْعَلُ اللَّمَعَانَ الصَّادِرَ عَنِ النَّجْمِ يَتَلُغُ غَايَتَهُ .
وَمَعَ كُلِّ هَذَا ، فَقَدْ دَلَّ تَحْلِيلُ طَيْفِ أَمْثَالِ هَذِهِ النُّجُومِ
عَلَى أَنَّ حَرَارَةَ سَطْحِهَا وَجَوْهَا ثَقُلَ عَمَّا هُوَ عَلَيْهِ الْأَمْرُ فِي
سَطْحِ وَجْوِ النُّجُومِ الْأُخْرَى الَّتِي لَا يَتَغَيَّرُ لَمَعَانُهَا . كَمَا
دَلَّ ذَلِكَ التَّحْلِيلُ عَلَى وُجُودِ عَنَاصِرِ الْغَازَاتِ التَّالِيَةِ فِيهِ :
(التِّتَانِيُومِ) وَ(الزَّرْكَونِيُومِ) وَ(الْحَدِيدِ) .

وَمِنْ النُّجُومِ الْمُتَغَيِّرَةِ مَا يَفُوقُ نَجْمَ (ي . اَلْجَبَّارِ) فِي لَمَعَانِهِ
وَحَرَارَتِهِ وَطُولِ الْمُدَّةِ الَّتِي يَظَلُّ مُتَالِّفًا فِيهَا . وَمِثَالُ ذَلِكَ ، النَّجْمُ
الْمُتَغَيِّرُ الْمُسَمَّى (ز . الْمَرَّةُ الْمُسْلَسَلَةُ) الَّذِي لَا تَزِيدُ حَرَارَتُهُ
فِي فِتْرَةِ خُفُوتِ نُورِهِ عَلَى (3000) دَرَجَةِ مِثْوِيَّةٍ .

وَمَا إِنْ تَبَدَّلَ فِتْرَةُ الْهَيَجَانِ فِيهِ حَتَّى تَأْخُذَ حَرَارَتُهُ
بِالْإِرْتِفَاعِ ، وَنُورُهُ بِالْإِزْدِيَادِ ؛ حَتَّى إِذَا بَلَغَ الْهَيَجَانُ فِيهِ ذُرْوَتَهُ
بَعْدَ ثَلَاثِ سَنَوَاتٍ مِنْ بَدْئِهِ ، نَجِدُ أَنَّ حَرَارَةَ سَطْحِهِ قَدْ بَلَغَتْ
مِثْلَيُونَ دَرَجَةَ مِثْوِيَّةٍ ، وَأَصْبَحَ نُورُهُ أَزْرَقَ سَاطِعًا ؛ ثُمَّ يَعُودُ
بَعْدَ ذَلِكَ شَيْئًا فَشَيْئًا إِلَى دَرَجَةِ حَرَارَةِ سَطْحِهِ الْمَأْلُوفَةِ ، وَإِلَى

يُوجَدُ هَذَا النَّوعُ مِنَ النُّجُومِ الْمُتَغَيِّرَةِ
الْقَيْفَاوِيَّةِ فِي سَحَابَةِ مَاجِلَانِ الصُّغْرَى



(2) النُّجُومُ الْمُتَغَيِّرَةُ ذَاتُ الدَّوْرَةِ الطَّوِيلَةِ :

هِيَ نُجُومٌ تَكُونُ الْفَتْرَةُ الْفَاصِلَةُ بَيْنَ خُفُوتِهَا وَشِدَّةِ تَالِقِهَا أَكْثَرَ مِنْ (50) يَوْمًا، وَأَقَلَّ مِنْ سَنَةٍ، وَمِنْهَا النُّجُومُ الْمُسَمَّى (ي. الْجَبَّارِ) الَّذِي مَرَّ مَعَنَا ذِكْرُهُ وَشَرَحَ لِتَغْيِيرَاتِهِ.

(3) النُّجُومُ الْمُتَغَيِّرَةُ بِلاَ نِظَامٍ :

تَتَمَيَّزُ هَذِهِ النُّجُومُ عَنْ غَيْرِهَا مِنْ الْمُتَغَيِّرَاتِ بِأَرْبَعَةِ أُمُورٍ :

1. إِنَّهَا لَا تَخْضَعُ فِي تَغْيِيرِهَا، مِنْ حَيْثُ الْخُفُوتُ وَالتَّالِقُ، إِلَى فِتْرَةٍ زَمَنِيَّةٍ مُحَدَّدَةٍ.
2. إِنَّ الْجَوَّ الْمُحِيطَ بِهَا خَالٍ مِنَ الْهَالَاتِ الْمُتَوَهِّجَةِ الَّتِي تُحِيطُ بِجَوِّ الْمُتَغَيِّرَاتِ الْأُخْرَى.
3. كُلُّهَا دُونَ الشَّمْسِ حَجْمًا وَلَمَعَانًا.
4. نَجِدُهَا دَائِمًا فِي الْمَنَاطِقِ الْمُعْتَمَةِ مِنَ الْكَوْكَبَاتِ، كَمَا هُوَ الْحَالُ فِي كَوْكَبَاتِ : (التَّوْر) وَ(العَقْرَب) وَ(الْحَوَاء) وَ(الإكْلِيلِ الْجَنُوبِيِّ)؛ تِلْكَ الْمَنَاطِقِ الَّتِي يَتَكَثَّفُ فِيهَا السَّيْدِيمُ الْمُؤَلَّفُ مِنَ الْغَازَاتِ وَالْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ.

نُجُومٌ وُولِفَ وَرَايَتِ

دُعِيَتْ هَذِهِ النُّجُومُ كَذَلِكَ بِاسْمِ مُكْتَشِفِيهَا الْفَلَكَائِيَيْنِ (وولف) وَ(رايت). وَهِيَ نُجُومٌ ذَاتُ تَفْجُرَاتٍ غَائِيَةٍ مُسْتَمِرَّةٍ، تَقْدِفُ إِلَى الْجَوِّ الْمُحِيطِ بِهَا أَلْسِنَةً مِنَ اللَّهَبِ وَرَدَاذَا هَائِلًا

مِنَ الشُّعَلَاتِ الْمُتَوَهِّجَةِ الَّتِي تَنْدَفِعُ بَعِيدًا عَنِ النَّجْمِ بِسُرْعَةٍ (3000) كَمِ فِي الثَّانِيَةِ. وَمِنْ أَمْثَلَةِ هَذِهِ النُّجُومِ : النَّجْمُ الْمُسَمَّى (W-2) أَحَدُ نُجُومِ كَوْكَبَةِ (الْكَلْبِ الْأَكْبَرِ).



مِنْ أَمْثَلَةِ نُجُومِ وُولِفَ وَرَايَتِ : النَّجْمُ الْمُسَمَّى (W-2) أَحَدُ نُجُومِ كَوْكَبَةِ (الْكَلْبِ الْأَكْبَرِ).

وَبَعْدَ الدَّرَاسَةِ الْمُسْتَمِرَّةِ الَّتِي قَامَ بِهَا هَذَانِ الْعَالِمَانِ لِأَمْثَالِ هَذِهِ النُّجُومِ، تَبَيَّنَ لَهُمَا أَنَّهَا نُجُومٌ تُخْتَضِرُ مُقْتَرَبَةً مِنْ نَهَائِيَتِهَا.

الْحُشُودُ النَّجْمِيَّةُ

يُطْلَقُ اسْمُ (الْحُشُودُ النَّجْمِيَّةُ) Cluster of stars

عَلَى مَجْمُوعَةٍ مِنَ النُّجُومِ تَقَعُ كُلُّهَا عَلَى بُعْدٍ وَاحِدٍ مِنَّا، كَمَا تَتَحَرَّكُ كُلُّهَا مَعًا فِي وَقْتٍ وَاحِدٍ وَفِي اتِّجَاهٍ وَاحِدٍ.

كَمَا لَوْحِظَ أَنَّهَا تَصْنُمُ سِلْسِلَةً كَامِلَةً مِنْ نُجُومِ التَّابِعِ

أَمَّا مَا نَرَاهُ بِالْعَيْنِ الْمُبْجَرَدَةِ مِنْ نُجُومٍ لَهَا
شَكْلُ الثَّرَيَّا ، فَهِيَ جُزْءٌ ضَيْلٌ جِدًّا مِمَّا
يَضُمُّهُ هَذَا الْحَشْدُ .

يُرَى مِنْ حَشْدِ الثَّرَيَّا (6) نُجُومٌ بِالْعَيْنِ
الْمُبْجَرَدَةِ . وَفِي قِصَصِ قَدَمَاءِ الْيُونَانِ أَنَّ تِلْكَ
النَّجْمَاتِ هُنَّ بَنَاتُ إِلَهِ الْيُونَانِيِّينَ (أَطْلَسُ) ،
وَأَنَّهُنَّ كُنَّ سَبْعَ نَجْمَاتٍ ؛ وَقَدْ حَاوَلَ
(الْجَبَّارُ) ، الَّذِي تُمَثِّلُهُ الْكَوْكَبَةُ الْمَعْرُوفَةُ بِهَذَا
الِاسْمِ ، أَنْ يَبْطِشَ بِهِنَّ ، فَحَوَّلْنَ أَنْفُسَهُنَّ
إِلَى سِرْبٍ مِنَ الْحَمَامِ السَّمَائِيِّ ، وَاسْتَطَعْنَ
عَنْ طَرِيقِ ذَلِكَ الْفَرَارَ مِنَ (الْجَبَّارِ) ؛ إِلَّا أَنَّ
إِحْدَاهُنَّ ضَلَّتْ طَرِيقَهَا أُنْتَاءَ ذَلِكَ ، وَلَمْ تَعُدْ ؛
فَبَقِيْنَ سِتُّ نَجْمَاتٍ .

وَهَذِهِ النَّجْمَاتُ السَّتُّ هِيَ مَا نَرَاهُ
الْعَيْنُ ، كَمَا قَدَّمْنَا ؛ وَلَكِنَّا إِذَا مَا نَظَرْنَا
إِلَيْهَا بِالْمِرْقَبِ الْفَلَكِيِّ ، بَدَأَ لَنَا حَشْدٌ
مُؤَلَّفٌ مِنْ مِثَالِ النُّجُومِ ، وَفِي وَسْطِهِ تَقُومُ
نُجُومُ (الثَّرَيَّا) .

وَعِنْدَ التَّدْقِيقِ فِي نُجُومِ هَذَا الْحَشْدِ ،
ظَهَرَ تَبَايُنٌ كَبِيرٌ فِي صِفَاتِ نُجُومِهِ ، مِنْ
ذَلِكَ : أَنَّ أَشَدَّ النُّجُومِ فِيهِ لَمَعَانًا ، يَفُوقُ
أُخْفَتَهَا لَمَعَانًا بِمِقْدَارِ (100,000) مَرَّةً .
وَلَوْ تَمَكَّنَّا مِنْ وَضْعِ هَذَا النَّجْمِ شَدِيدِ
اللَّمَعَانِ مَكَانَ شَمْسِنَا ، لَفَاقَهَا فِي اللَّمَعَانِ
بِمِقْدَارِ (1000) مَرَّةً .

وَلَوْ وَضَعَ أَوْضَعُ نُجُومِ هَذَا الْحَشْدِ
لَمَعَانًا مَكَانَ الشَّمْسِ ، لَبَدَأَ نُورُهُ أَوْضَعُ مِنْ
نُورِ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (100) مَرَّةً .

الرَّئِيسُ ، أَيُّ إِنَّا نَجِدُ فِيهَا النُّجُومَ الَّتِي تَكْبُرُ شَمْسِنَا حَجْمًا ،
وَتَفُوقُهَا حَرَارَةً وَلَمَعَانًا وَكُثْلَةً .

كَمَا نَجِدُ فِيهَا نُجُومًا تُشَبِّهُ شَمْسِنَا فِيَمَا قَدَمْنَاهُ مِنْ أُمُورٍ ،
وَنُجُومًا أُخْرَى هِيَ أَقَلُّ مِنْ شَمْسِنَا فِي تِلْكَ الْأُمُورِ .
وَمِنْ تِلْكَ الْحُشُودِ : حَشْدُ (الثَّرَيَّا) ، وَحَشْدُ (الْقَلَّاصِ) ،
(الْحَشْدُ الْمُرْدُوحُ) فِي كَوْكَبَةِ (فِرْسَاوَس) . فَلْنُلْقِ نَظْرَةً عَلَى
كُلِّ حَشْدٍ مِنْ هَذِهِ الْحُشُودِ .

حَشْدُ الثَّرَيَّا

يَتَأَلَّفُ هَذَا الْحَشْدُ مِنْ مَجْمُوعَةٍ نُجُومٍ تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَةِ
(فِرْسَاوَس) وَبَيْنَ رَأْسِ الثَّوْرِ فِي (بُرْجِ الثَّوْرِ) . وَيُرَى بِالْمِرْقَبِ
عَلَى شَكْلِ نُجُومٍ كَثِيرَةٍ الْعِدَدِ مُتَرَاكِبَةٍ وَكَأَنَّهَا مُتَصِلَةٌ مَعَ بَعْضِهَا
دُونَ تَرْكِ أَيِّ فَرَاغٍ فِيهَا بَيْنَهَا .

حَشْدُ الثَّرَيَّا

وَيَتَحَرَّكُ هَذَا الْحَشْدُ حَرَكَةً تَتَقَيَّدُ بِهَا كُلُّ نُجُومِهِ مِنْ
حَيْثُ السَّرْعَةُ وَالْإِتِّجَاهُ . وَمَنْظَرُ (الثَّرَيَّا) Pleiades بِالْمِرْقَبِ
رَائِعٌ ، إِذْ يَبْدُو وَكَأَنَّهُ سِرْبُ نَحْلِ مِنْ ذَهَبٍ . إِذْ تَتَجَمَّعُ نُجُومُهَا
حَوْلَ بَعْضِهَا عَلَى شَكْلِ عُنُقُودٍ عَنِبٍ مُثَلَّالِيٍّ ، ذِي بَرَبَقٍ أَخَازٍ .

وَيَسُودُ الْإِعْتِقَادُ الْيَوْمَ بِأَنَّ مِثَاتٍ مِنَ الْحُسُودِ الَّتِي تُشَبِّهُ حَشْدَ (الثُّرَيَّا) مَوْجُودَةٌ فِي مَجَرَّتِنَا، وَلَكِنَّهَا مَحْجُوبَةٌ عَنَّا خَلْفَ السُّدُمِ الْكَثِيفَةِ الْمُؤَلَّفَةِ مِنَ الْغَازَاتِ وَالْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ (النَّجْمِيِّ). وَدَلِيلُهُمْ عَلَى ذَلِكَ مَا لَاحَظُوهُ مِنْ سُحُبٍ سَدِيدِيَّةٍ تُلْفُ حَشْدَ (الثُّرَيَّا) عَلَى شَكْلِ عُرُوقٍ وَأَشْرَطَةٍ صَحْمَةٍ؛ إِلَّا أَنَّهَا تَخْتَلِفُ عَنِ السُّدُمِ الْأُخْرَى بِأَنَّهَا عَلَى غَايَةِ مِنَ الرِّقَّةِ، لِدَرَجَةِ أَنَّهَا لَا تَحْجُبُ شَيْئًا مِنْ ذَلِكَ الْحَشْدِ عَنَّا، وَإِنَّمَا تَقُومُ بِتَشْيِيتِ قِسْمٍ مِنْ ضَوْئِهِ. وَقَدْ حَاولُوا عَنْ طَرِيقِ الْمِرْقَبِ وَالْمِطْيَافِ أَنْ يَكْشِفُوا عَنْ طَبِيعَةِ مِثْلِ هَذَا التَّسَدُّمِ الْخَفِيفِ، إِلَّا أَنَّ بَعْدَهُ الْكَبِيرَ عَنَّا حَالٌ دُونَ ذَلِكَ.

حَشْدُ الْقَلَّاصِ

هُوَ حَشْدٌ مِنَ النُّجُومِ يَقَعُ فِي كَوَكَبَةِ (النُّورِ) أَيْضًا. وَيَتَأَلَّفُ مِنْ حَوَالِي (200) نَجْمٍ، وَلَكِنَّهُ يَخْتَلِفُ عَنْ حَشْدِ (الثُّرَيَّا) مِنْ عِدَّةٍ وَجُوهٍ :

1. إِنَّ قِسْمًا مِنْ نُجُومِهِ يَخْرُجُ عَنْ سِلْسِلَةِ التَّابِعِ الرَّئِيسِ .
2. إِنَّ أَكْثَرَ نُجُومِ هَذَا الْحَشْدِ لَمَعَانًا يَفُوقُ لَمَعَانَهُ لَمَعَانِ الشَّمْسِ (100) مَرَّةً فَقَطْ .
3. إِنَّ أَشَدَّ نُجُومِ هَذَا الْحَشْدِ حَرَارَةً تَظَلُّ حَرَارَتُهُ دُونَ حَرَارَةِ النُّجُومِ ذَاتِ اللَّمَعَانِ الْقَوِيِّ فِي حَشْدِ (الثُّرَيَّا) .
4. كَثَرَةُ النُّجُومِ الْعَمَالِقَةِ الزَّرْقَاءِ فِي هَذَا الْحَشْدِ، وَإِنْ كَانَتْ لَا تُشَكِّلُ أَكْثَرِيَّةَ نُجُومِهِ .
5. تَكْثُرُ فِيهِ النُّجُومُ التَّوَائِمُ، أَيْ الشَّائِئَةُ .
6. حُلُوهُ مِنَ الْأَشْرَطَةِ وَالْعُرُوقِ السَّدِيدِيَّةِ الصَّحْمَةِ الَّتِي رَأَيْنَاهَا فِي حَشْدِ (الثُّرَيَّا)، وَإِنْ كَانَ يُلَمَحُ فِيهِ شَيْءٌ ضَبِيلٌ مِنَ الْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ، يَتَحَرَّكُ خِلَالَ نُجُومِ هَذَا الْحَشْدِ دُونَ أَنْ يَحْجُبَهَا .

وَأَكْبَرُ نَجْمٍ فِي هَذَا الْحَشْدِ يَفُوقُ حَجْمُهُ حَجْمَ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (9) مَرَّاتٍ، وَتَفُوقُ حَرَارَتُهُ حَرَارَةَ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (5) مَرَّاتٍ. أَمَّا أَصْغَرُ نُجُومِ هَذَا الْحَشْدِ فَلَا يَزِيدُ قَطْرُهُ عَلَى (2/1) قَطْرِ الشَّمْسِ، وَلَا تَرْتَفِعُ حَرَارَتُهُ سَطْحِهِ إِلَّا إِلَى (2/1) حَرَارَةِ سَطْحِ الشَّمْسِ .

وَعَلَى الرَّغْمِ مِنْ قُرْبِ حَشْدِ (الثُّرَيَّا) إِلَيْنَا بِالنِّسْبَةِ لِغَيْرِهِ مِنَ الْحُسُودِ، فَإِنَّ عَدَدًا كَبِيرًا مِنْ نُجُومِهِ لَمْ تَسْتَطِعِ الْمَرَاقِبُ الْكَشْفَ عَنْهَا، لِصِغَرِ حَجْمِهَا، وَشِدَّةِ خُفُوتِ لَمَعَانِهَا؛ وَإِنَّمَا تَمَّ الْكَشْفُ عَنْ وُجُودِهَا بِالطَّرِيقِ الْفِيزِيَاثِيَّةِ وَالرِّيَاضِيَّةِ .

وَيَدُورُ حَشْدُ (الثُّرَيَّا) حَوْلَ نَفْسِهِ بِسُرْعَةٍ كَبِيرَةٍ، وَهُوَ يَنْتَرُ رَدَاذًا وَهَاجًا مِنْهُ فِي الْفَضَاءِ الْمُحِيطِ بِهِ .

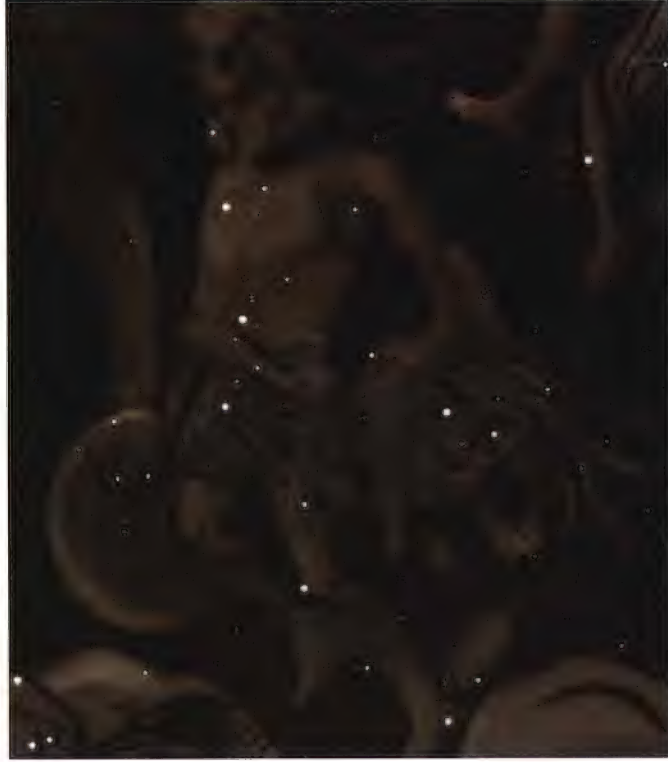
وَهُنَاكَ نَجْمٌ فِي هَذَا الْحَشْدِ لَفَتْ انْتِبَاهَ عُلَمَاءِ الْفَلَكِ إِلَيْهِ، إِذْ بَدَأَ مُنْذُ (75) عَامًا، وَحَتَّى الْيَوْمِ، بِإِطْلَاقِ فُقَاعَاتٍ مُتَلَاخِقَةٍ مِنْهُ فِي الْفَضَاءِ الْمُحِيطِ بِهِ، لِتَتَلَصَّقَ أَحْيَانًا، مُكَوِّنَةً مَا يُشَبِّهُ عُقُودَ الْعَنْبِ، مِمَّا دَعَا الْعُلَمَاءَ إِلَى تَسْمِيَّتِهِ (النَّجْمُ الْعُقُودِي)؛ وَمِمَّا لَاحَظُوهُ حَوْلَ هَذَا النَّجْمِ أَنَّ لَمَعَانَهُ أَخَذَ يَخْفُقُ خَفَقَاتٍ خَافِتَةً .



تَقْدِفُهَا تِلْكَ النُّجُومُ حَوْلَهَا، يَرَى الْبَعْضُ الْآخَرَ أَنَّهَا سُحْبٌ
سَدِيمِيَّةٌ ضَخْمَةٌ، جَذَبَتْهَا نُجُومُ هَذَا الْحَشْدِ إِلَيْهَا، وَأَضَاءُهَا
بِنُورِهَا.



حَشْدُ الْقَلَّاصِ فِي كَوَكَبَةِ (النُّورِ) وَهُوَ يُحِيطُ بِنَجْمِ الدِّبْرَانِ



الْحَشْدُ الْمُزْدَوِجُ فِي كَوَكَبَةِ (حَامِلُ رَأْسِ الْغُولِ) فِرْسَاوَسَ

الْحَشْدُ الْمُزْدَوِجُ فِي كَوَكَبَةِ (فِرْسَاوَسَ)

يَعُدُّ هَذَا الْحَشْدُ مِنْ أَجْمَلِ الْحُشُودِ الْمَجَرَّةِ تَالِقًا، وَإِنْ
كَانَ مِنْ أَكْثَرِهَا بُعْدًا عَنَّا. وَأَهَمُّ مَا يَتَّصِفُ بِهِ هَذَا الْحَشْدُ :
1. إِنَّ نُجُومَهُ اللَّامِعَةَ هِيَ مِنْ أَكْثَرِ النُّجُومِ الْمَعْرُوفَةِ
حَتَّى الْيَوْمِ تَالِقًا، إِذْ يَزِيدُ لَمَعَانُ بَعْضِهَا عَلَى لَمَعَانِ الشَّمْسِ
بِمِقْدَارِ (10) آلَافِ مَرَّةٍ، بَيْنَمَا يَزِيدُ لَمَعَانُ بَعْضِهَا الْآخَرَ
بِمِقْدَارِ (100) أَلْفِ مَرَّةٍ عَلَى لَمَعَانِ الشَّمْسِ.
2. لِبُعْدِ هَذَا الْحَشْدِ بُعْدًا سَحِيقًا عَنَّا، لَمْ يَتِمَّكَّنِ
الْعُلَمَاءُ مِنْ رَصْدِ النُّجُومِ الْمَوْجُودَةِ فِيهِ، وَالَّتِي هِيَ بِقَدْرِ
حَجْمِ الشَّمْسِ، أَوْ دُونَ ذَلِكَ حَجْمًا، وَإِنْ كَانُوا يُؤَكِّدُونَ
وُجُودَهَا.

حُشُودٌ نَجْمِيَّةٌ أُخْرَى

لَقَدْ تَمَكَّنَ الْعُلَمَاءُ عَلَى مَدَى سِنِينَ طَوِيلَةٍ مِنَ الرِّصْدِ
الْمُسْتَمِرِّ لِلْحُشُودِ أَنْ يَتَعَرَّفُوا إِلَى بَضْعِ مِثَالٍ مِنْهَا، وَكُلُّهَا وَاقِعَةٌ
فِي مَجَرَّتِنَا، وَمَحْصُورَةٌ فِي الْمَمَرِّ الرَّئِيسِ مِنْ هَذِهِ الْمَجَرَّةِ،
حَيْثُ تَكُونُ كَثَافَةُ الْغُبَارِ النَّجْمِيِّ، أَيْ الْكَوْنِيِّ، عَلَى أَشَدِّهِ؛
وَيَعْتَقِدُونَ أَنَّ مَا اكْتَشَفُوهُ مِنْ تِلْكَ الْحُشُودِ حَتَّى الْيَوْمِ لَا يُشَكَّلُ
أَكْثَرُ مِنْ (10/1) مِمَّا هُوَ مَوْجُودٌ مِنْهَا فِي مَجَرَّتِنَا فِعْلًا.

وَمِنْ هَذِهِ الْحُشُودِ : حَشْدُ (الدَّبِّ الْأَكْبَرِ)، إِذْ وَجَدُوا
أَنَّ مُعْظَمَ نُجُومِهِ تَقَعُ عَلَى بُعْدٍ وَاحِدٍ مِنَّا، وَتَتَحَرَّكُ كُلُّهَا مَعًا
فِي اتِّجَاهٍ وَاحِدٍ.

3. بَلَغَ عَدَدُ النُّجُومِ الْعَمَالِقَةِ الْحُمْرِ الَّتِي رُصِدَتْ فِي هَذَا
الْحَشْدِ (24) نَجْمًا عَمَلِقًا، وَهُوَ عَدَدٌ يَفُوقُ عَدَدَ الْعَمَالِقَةِ
الْحُمْرِ الْمَوْجُودَةِ فِي حَشْدِ (الثُّرَيَّا) أَوْ فِي حَشْدِ (الْقَلَّاصِ).
4. تُحِيطُ بِهِذَا الْحَشْدِ سُدُمٌ كَثِيفَةٌ، تُعِيقُ رَصْدَهُ الَّذِي
يُعِينُ عَلَى تَقْدِيرِ بُعْدِهِ عَنَّا.
5. تَغْلُفُ النُّجُومَ الْمُتَالِقَةَ فِيهِ غِلَالَاتٌ مُنِيرَةٌ، يَمْتَدُّ
بَعْضُهَا عَلَى شَكْلِ أَلْسِنَةٍ طَوِيلَةٍ لَا زَالَ الْعُلَمَاءُ مُخْتَلِفِينَ حَوْلَ
طَبِيعَةِ مَنْشِئِهَا؛ فَبَيْنَمَا يَرَى بَعْضُهُمْ أَنَّهَا حَصِيلَةُ الْمَادَّةِ الَّتِي

الْمُرْتَبِطَاتُ النَّجْمِيَّةُ

وَهِيَ حُشُودٌ نَجُومُهَا مُتَبَاعِدَةٌ عَنْ بَعْضِهَا بُعْدًا كَبِيرًا، وَلَكِنَّ بُعْدَهَا عَنَّا وَاحِدٌ، وَتَتَحَرَّكُ كُلُّهَا مَعًا فِي اتِّجَاهٍ وَاحِدٍ؛ وَهَذَا مَا دَعَا الْفَلَكَيَّ الرُّوسِيَّ (أَمِيرْتَسُومِيَان) أَنْ يُطْلِقَ عَلَيْهَا اسْمَ (الْمُرْتَبِطَاتُ النَّجْمِيَّةُ) بَدَلًا مِنْ أَنْ تُسَمَّى بِـ (الْحُشُودِ) لِلتَّبَاعُدِ الْكَبِيرِ الْقَائِمِ بَيْنَ نَجُومٍ مِثْلِ هَذِهِ الْحُشُودِ.

الْحُشُودُ الْكُرْوِيَّةُ

لَمْ يَتِمَّ الْكَشْفُ عَنْ هَذَا النَّوعِ مِنَ الْحُشُودِ إِلَّا مُؤَخَّرًا، وَبَعْدَ تَطَوُّرِ الْمَرَاقِبِ الْفَلَكَيَّةِ. وَأَوَّلُ حَشْدٍ مِنْهَا تَمَّ اكْتِشَافُهُ هُوَ الْحَشْدُ الْقَائِمُ فِي كَوْكَبَةِ (قنطورس)، وَفِي مَكَانِ النَّجْمِ الْمُسَمَّى (أوميجا قنطورس)؛ وَكَانَتِ الْمَرَاقِبُ الصَّغِيرَةُ الَّتِي كَشَفَتْ عَنْ هَذَا النَّجْمِ أَظْهَرَتْهُ كَنَجْمٍ مُنْفَرِدٍ، يَلْمُهُ سَدِيمٌ قَائِمٌ.

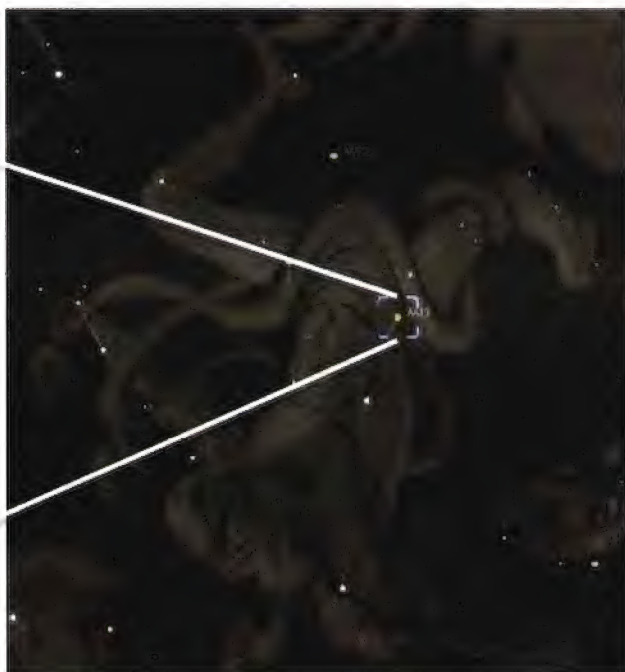


نَجْمٌ (أوميجا قنطورس)

ذَلِكَ أَنَّ نَجْمَ (أوميجا قنطورس) لَمْ يَكُنْ نَجْمًا وَاحِدًا كَمَا قَالَ عَنْهُ رَاصِدُوهُ السَّابِقُونَ، وَإِنَّمَا كَانَ كُرَّةً عِمْلَاقَةً مِنَ النُّجُومِ الَّتِي بَدَتْ كَأَنَّهَا نَجُومٌ مُفْلَطْحَةٌ بَعْضُ الشَّيْءِ، وَأَنَّ عِدَدَهَا يَفُوقُ مِائَتِ الْأُلُوفِ، وَحَتَّى الْمَلَائِينَ، وَكَانَتْ جَمِيعُهَا تَدُورُ حَوْلَ نَفْسِهَا، وَيَنْبَعِثُ مِنْهَا نُورٌ يَفُوقُ نُورَ الشَّمْسِ بِحَوَالِي مِليُونِ مَرَّةٍ. وَهَذَا مَا أَكَّدَ لَهُ كَثْرَةُ عِدَدِ نَجُومِ هَذَا الْحَشْدِ، وَأَنَّهُ يَضُمُّ الْمَلَائِينَ مِنْهَا، وَإِلَّا لَمَا كَانَ لَهَا مِثْلُ ذَلِكَ اللَّمَعَانِ.

ثُمَّ أَخَذَ يَتَوَالَى اكْتِشَافُ الْحُشُودِ الْكُرْوِيَّةِ Globular clusters حَتَّى اسْتَطَاعَ الْعُلَمَاءُ أَنْ يُسَجِّلُوا لَنَا حَوَالِي (100) حَشْدٍ مِنْهَا فِي مَجَرَّتِنَا. وَكَانَ حَشْدٌ (أوميجا قنطورس) وَاحِدًا مِنْ أَقْرَبِهَا إِلَيْنَا، وَلَكِنَّهُ لَمْ يَكُنْ أَوْضَحَهَا، إِذْ أَنَّ (الْحَشْدَ الْكُرْوِيَّ الْأَعْظَمَ) الَّذِي اكْتِشِفَ فِي كَوْكَبَةِ (الجاثي) مَكَّنَ وَضُوحَهُ الْعُلَمَاءَ مِنْ دِرَاسَتِهِ بِشَكْلِ أَعْمَقَ وَأَوْسَعٍ، وَقَدَّمُوا عَنْهُ الْمَعْلُومَاتِ التَّالِيَةَ :

1. عَثَرُوا عَلَى نَجُومٍ فِي هَذَا الْحَشْدِ شَدِيدَةِ اللَّمَعَانِ، لِدَرَجَةٍ أَنَّ النَّجْمَ الْوَاحِدَ مِنْهَا كَانَ لَمَعَانُهُ يَفُوقُ لَمَعَانَ الشَّمْسِ بِحَوَالِي (1000) مَرَّةٍ.



وَبَعْدَ تَطَوُّرِ الْمَرَاقِبِ الْفَلَكَيَّةِ، جَاءَتِ الْمُفَاجَأَةُ الْمُدْهِشَةُ حِينَ وَجَّهَ أَحَدُ عُلَمَاءِ الْفَلَكَ مِرْقَبَهُ الْفَلَكَيَّ إِلَى ذَلِكَ النَّجْمِ، فَإِذَا بِهِ أَمَامَ مَشْهَدٍ مِنْ أَرْوَاعِ الْمَشَاهِدِ الَّتِي كَانَ يَرَاهَا فِي السَّمَاءِ،

و(سانداج) بِدِرَاسَاتِهِمْ حَوْلَ الْحُشُودِ الْكُرَوِيَّةِ، حَصَلُوا عَلَى نَتَائِجَ بَدَتْ غَرِيبَةً وَخَطِيرَةً؛ إِذْ وَجَدُوا أَنَّ تَطَوُّرَ النُّجُومِ فِي مِثْلِ هَذِهِ الْحُشُودِ يُخَالِفُ مَا هُوَ مَأْلُوفٌ فِي نُّجُومِ الْحُشُودِ الْأُخْرَى غَيْرِ الْكُرَوِيَّةِ، وَمِنْ ذَلِكَ :

(أ) إِنَّ النُّجُومَ ذَاتَ اللَّمَعَانِ الْقَوِيَّ وَالْحَرَارَةِ الْكَبِيرَةَ هِيَ النُّجُومُ الْحُمْرَاءُ، بَيْنَمَا كَانَتِ النُّجُومُ ذَاتُ النُّورِ الْخَافِتِ وَالسَّطْحِ الْبَارِدِ هِيَ النُّجُومُ الصَّغِيرَةُ. وَلَمَّا قَامَ مِنْ بَعْدِهِمُ الْفَلَكِيُّ (شَابلي) بِدِرَاسَاتِهِ الْمُعَمَّقَةِ حَوْلَ الْحُشُودِ الْكُرَوِيَّةِ، وَجَدَ أَنَّ التَّعَاكُسَ فِي تَطَوُّرِ نُّجُومِ الْحَشْدِ الْكُرَوِيِّ بِالنَّسْبَةِ لَتَطَوُّرِ نُّجُومِ الْحُشُودِ الْأُخْرَى لَيْسَ شَامِلًا، وَأَنَّ التَّعَاكُسَ يَنْطَبِقُ فَقَطْ عَلَى النُّجُومِ الَّتِي يَقُوقُ لَمَعَانُهَا لَمَعَانَ الشَّمْسِ.

(ب) وَإِنَّ النُّجُومَ الْمُتَغَيِّرَةَ الَّتِي تَكْثُرُ أحيانًا فِي الْحُشُودِ الْكُرَوِيَّةِ هِيَ إِمَّا مَفْقُودَةٌ تَمَامًا أَوْ نَادِرَةً فِي الْحُشُودِ الْأُخْرَى. وَبَعْدَ الدَّرَاسَةِ وَالرَّصْدِ الْمُسْتَمِرِّينَ لِتِلْكَ الْحُشُودِ الْكُرَوِيَّةِ، تَمَكَّنَ الْعُلَمَاءُ مِنْ إِلقاءِ الضَّوءِ عَلَيْهَا مِنْ خِلَالِ الْمُلَاحَظَاتِ النَّالِيَةِ الَّتِي انْتَهَوْا إِلَيْهَا :

1. إِنَّ عُمَرَ النُّجُومِ فِي هَذِهِ الْحُشُودِ أَكْبَرُ مِنْ عُمَرِ نُّجُومِ الْحُشُودِ الْأُخْرَى.

2. إِنَّهَا أَقْرَبُ الْحُشُودِ إِلَى مَرْكَزِ الْمَجَرَّةِ، وَلَكِنَّهَا لَا تَبْلُغُ الطَّبَقَةَ الْمَرْكَزِيَّةَ مِنْهَا.

3. تُشَكِّلُ نَجُومُهَا (90 %) مِنْ نُّجُومِ مَجَرَّتِنَا.

4. لَا تَدُورُ هَذِهِ الْحُشُودُ الْمَجَرِّيَّةُ حَوْلَ مَرْكَزِ الْمَجَرَّةِ، وَإِنَّمَا تَتَّخِذُ فِي مَسَارِهَا اتِّجَاهَاتٍ مُخْتَلِفَةً.

5. تُحِيطُ بِمَرْكَزِ الْمَجَرَّةِ مِنْ كُلِّ الْأَطْرَافِ.

6. كَثَافَةُ النُّجُومِ فِيهَا أَكْبَرُ مِنْ كَثَافَةِ النُّجُومِ الْبَعِيدَةِ عَنْ مَرْكَزِ الْمَجَرَّةِ.

7. لَا يَقْتَصِرُ وُجُودُ الْحُشُودِ الْكُرَوِيَّةِ عَلَى مَجَرَّتِنَا فَقَطْ، وَإِنَّمَا لَهَا مِثِيلٌ فِي الْمَجَرَّاتِ الْأُخْرَى؛ فَنِي الْمَجَرَّةِ الْمُسَمَّاةِ

2. وَإِنَّ تِلْكَ النُّجُومَ اللَّامِعَةَ مِنْ أَكْبَرِ نُّجُومِ الْحَشْدِ.

3. وَلَكِنَّهَا مِنْ أَبْرَدِ النُّجُومِ الْمُكْتَشَفَةِ حَرَارَةً، وَمِنْ أَشَدِّهَا حُمْرَةً؛ وَفِي ذَلِكَ خُرُوجٌ عَلَى مَا أَلْفَنَاهُ فِي دِرَاسَةِ النُّجُومِ، وَعَلَى مَا وَجَدْنَاهُ فِي الْحَشْدِ الْكُرَوِيِّ فِي (الثُّرَيَّا) وَهُوَ أَنَّهُ حِينَ يَشْتَدُّ لَمَعَانُ النَّجْمِ، يَجِبُ أَنْ تَكُونَ حَرَارَتُهُ كَبِيرَةً، وَأَنْ يَكُونَ نُورُهُ أَزْرَقَ.

4. وَجَدَ أَنَّ النُّجُومَ الزَّرْقَاءَ فِي هَذَا الْحَشْدِ الْأَعْظَمِ نَادِرَةٌ الْوُجُودِ.

وَيَعْتَقِدُ الْعُلَمَاءُ بِأَنَّ هُنَاكَ (100) حَشْدٍ كُرَوِيٍّ آخَرَ، عَلَى الْأَقْلَ، فِي مَجَرَّتِنَا لَمْ تُكْتَشَفْ بَعْدُ، إِمَّا لِبُعْدِهَا السَّحِيقِ عَنَّا أَوْ لِاجْتِنَابِهَا خَلْفَ سُدُمٍ مِنَ الْغُبَارِ النَّجْمِيِّ؛ وَلَكِنَّهُمْ رَجَّحُوا السَّبَبَ الْأَوَّلَ، وَهُوَ الْبُعْدُ، حِينَ رَأَوْا أَنَّ الْحَشْدَ الْكُرَوِيَّ لَا يَجْذِبُ إِلَيْهِ الْكَثِيرَ مِنَ الْغُبَارِ النَّجْمِيِّ، كَمَا هُوَ وَاضِحٌ فِي الْحُشُودِ الْمُكْتَشَفَةِ، وَلَآنَ الْحُشُودَ وَاقِعَةً إِمَّا فِي أَعْلَى الطَّبَقَةِ الْمَرْكَزِيَّةِ لِلْمَجَرَّةِ أَوْ فِي أَسْفَلِهَا؛ وَكِلْتَا الْمِنْطَقَتَيْنِ تَقِلُّ فِيهِمَا سُدُمُ الْغُبَارِ الْكُونِيَّ.

وَلَمَّا قَامَ الْعُلَمَاءُ الْفَلَكِيُّونَ الثَّلَاثَةُ (آرَب) وَ(بَاوم)



الْحَشْدُ الْكُرَوِيُّ الْأَعْظَمُ فِي كُرْكَبَةِ (الْجَابِي)

الَّتِي يَسْتَهْلِكُ بِهَا تِلْكَ الْكُتْلَةَ؛ وَهَذَا يَعْنِي أَنَّ عُمُرَ النَّجْمِ
يَكُونُ أَقْصَرَ عِنْدَمَا تَكُونُ سُرْعَةُ اسْتِهْلَاكِهِ لِهَيْدروجِيْنِهِ أَكْبَرَ.

(M31)، أَمَكْنَ رَصْدُ حَشْدٍ كُرُوِيٍّ، وَفِي كُلِّ مِنْهَا نُجُومٌ
يَفُوقُ لَمَعَانَهَا لَمَعَانَ شَمْسِنَا بِمِقْدَارٍ يَتَرَاوَحُ بَيْنَ (10) آلَافِ
مَرَّةٍ وَمِليُونِ مَرَّةٍ.

أَعْمَارُ النُّجُومِ

يُحَدِّدُ عُمُرَ النَّجْمِ بِـ :

(أ) مِقْدَارُ مَا يَحْوِيهِ جُزْأُهُ مِنْ غَازِ (الهَيْدروجِينِ)، إِذْ هُوَ
كَمَا يُقَالُ : "طَعَامُ النَّجْمِ وَوَقُودُهُ".

(ب) سُرْعَةُ أَوْ بُطْءِ اسْتِهْلَاكِهِ لِذَلِكَ الْغَازِ.

وَكُنَّا قَدْ رَأَيْنَا كَيْفَ أَنَّ مَا يَشْعُهُ النَّجْمُ مِنْ نُورٍ وَحَرَارَةٍ
إِنَّمَا هُوَ نَتِيجَةُ فَائِضِ الطَّاقَةِ الَّتِي تَتَوَلَّدُ مِنْ تَحَوُّلِ (4) ذَرَّاتٍ
مِنْ غَازِ (الهَيْدروجِينِ)، بِمُسَاعَدَةِ نَوَاتِ الكَرَبُونِ، إِلَى ذَرَّةٍ
(هَلِيُوم) تَهْبِطُ مُنْجَذِبَةً نَحْوَ مَرَكَزِ النَّجْمِ بِسَبَبِ كَثَافَتِهَا الَّتِي
تَفُوقُ كَثَافَةَ (الهَيْدروجِينِ).



يُشَكِّلُ غَازُ (الهَيْدروجِينِ) نِسْبَةً (99%) مِنْ كُتْلَةِ النُّجُومِ الْحَدِيثَةِ الشَّابَّةِ،
بَيْنَمَا لَا تَزِيدُ نِسْبَتُهُ عَلَى (5 - 10%) فِي النُّجُومِ الْهَرَمَةِ. فَشَمْسُنَا الَّتِي تُعَدُّ
نَجْمًا مُتَوَسِّطًا فِي حَجْمِهِ، مُعْتَدِلًا فِي اسْتِهْلَاكِهِ لِمَادَّتِهِ، إِذَا مَا قُورِنَ بِالنُّجُومِ
الْأُخْرَى، نَجْدُهُ يَسْتَهْلِكُ هَيْدروجِيْنَهُ بِمُعْدَلِ (657) طَنَا فِي الثَّانِيَةِ، أَيْ مَا
يُعَادِلُ (141.912.000) طَنٍ فِي الْيَوْمِ. وَتَتَوَلَّدُ عَنْ ذَلِكَ طَاقَةُ شَمْسِيَّةٍ قُدِّرَتْ
بـ (4) مِلْيَينِ طَنٍ فِي الثَّانِيَةِ. وَمَعَ ذَلِكَ، فَقَدْ مَضَى عَلَيْهِ، وَهُوَ عَلَى هَذِهِ
الْحَالِ، (4600) مِليُونِ سَنَةٍ. وَيُقَدَّرُ عُلَمَاءُ الْفَلَكِ أَنَّهُ لَا زَالَ أَمَامَ الشَّمْسِ
(15) مِليُونِ سَنَةٍ يَظَلُّ اسْتِهْلَاكُهَا لِمَادَّتِهَا خِلَالَهَا كَمَا هُوَ عَلَيْهِ الْآنَ، ثُمَّ يَقِلُّ
اسْتِهْلَاكُهَا ذَاكَ شَيْئًا فَمِثْنًا. وَمَعَ ذَلِكَ، فَسَيَكُونُ أَمَامَهَا (4600) مِليُونِ سَنَةٍ
أُخْرَى كَيْ تَسْتَنفِدَ هَيْدروجِيْنَهَا.



غَازِ (الهَيْدروجِينِ)؛ "وَقُودُ النُّجُومِ"

وَالنُّجُومُ الَّتِي تَزِيدُ كُتْلَتُهَا عَلَى كُتْلَةِ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ
(10) مَرَّاتٍ، هِيَ أَسْرَعُ تَبْدِيدًا مِنَ الشَّمْسِ لِمَادَّتِهَا بِمِقْدَارِ

وَبِصُورَةٍ عَامَّةٍ، فَإِنَّ عُمُرَ النَّجْمِ يَتَنَاسَبُ طَرْدِيًّا مَعَ كُتْلَةِ
(الهَيْدروجِينِ) الْمُسْكَلَةِ لِجُزْمِ النَّجْمِ، وَعَكْسِيًّا مَعَ السَّرْعَةِ

(1000) مَرَّةً، أَيْ أَنَّ عُمْرَهَا سَيَكُونُ أَقْصَرَ مِنَ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (1000) مَرَّةً.

وَالنُّجُومُ الَّتِي تَزِيدُ كُتْلَتَهَا عَلَى كُتْلَةِ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (100) مَرَّةً، يَنْتَهِي عُمْرُهَا خِلَالَ مُدَّةٍ زَمَنِيَّةٍ ثَقِيلٍ عَنْ عُمْرِ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ مِلْيُونِ مَرَّةً؛ أَيْ أَنَّ عُمْرَ مِثْلِ هَذِهِ النُّجُومِ يُقَاسُ بِالْوَفِّ السَّنِينَ، بَيْنَمَا قَدَّرَ عُمْرُ الشَّمْسِ، كَمَا رَأَيْنَا بِ (9200) مِلْيُونِ سَنَةٍ. وَلَا يُنْطَبِقُ هَذَا الْمَبْدَأُ الَّذِي جَاءَ بِهِ الْفَلَكِيُّ (إِدْنِغْتون) عَلَى النُّجُومِ الَّتِي يَزِيدُ حَجْمُهَا وَكُتْلَتُهَا بِمِلَايِينَ الْمَرَّاتِ عَلَى حَجْمِ وَكُتْلَةِ الشَّمْسِ، وَإِلَّا لَمَا عَمَّرَتْ مِثْلُ هَذِهِ النُّجُومِ أَكْثَرَ مِنْ مِثَالِ السَّنِينَ.

وَبُصُورَةٍ عَامَّةٍ، فَقَدْ تَبَيَّنَ أَنَّهُ كُلَّمَا كَانَ حَجْمُ النَّجْمِ صَغِيرًا عِنْدَ تَشَكُّلِهِ، كَانَ عُمْرُهُ أَطْوَلَ؛ إِذْ وَجَدَ أَنَّهُ عِنْدَمَا لَا يَكُونُ لَدَى النَّجْمِ احْتِيَاطِيٌّ كَبِيرٌ مِنْ غَازِ (الهيدروجين) الْمُرَكَّبِ لَهُ، فَإِنَّهُ يَنْفَقُ رَصِيدَهُ ذَاكَ بِاعْتِدَالٍ وَبِكَثِيرٍ مِنَ الْحَيَاطَةِ، حَيْثُ تَكُونُ التَّفَاعُلَاتِ النَّوَوِيَّةُ، وَالطَّاقَةُ الْمُنْبَعِثَةُ عَنْهَا، فِي حُدُودِهَا الدُّنْيَا. كَمَا أَنَّ أَوَّلَ جِيلٍ مِنَ النُّجُومِ يُولَدُ فِي الْمَجَرَّةِ، يَكُونُ تَرْكِيبُهُ كَتَرْكِيبِ تِلْكَ الْمَجَرَّةِ، أَيْ يَكُونُ كُلُّهُ مُؤَلَّفًا مِنْ غَازِ (الهيدروجين). أَمَّا الْأَجْيَالُ الَّتِي تُولَدُ بَعْدَ ذَلِكَ فِي نَفْسِ الْمَجَرَّةِ، فَإِنَّ تَرْكِيبَهَا لَا يَقْتَصِرُ عَلَى غَازِ (الهيدروجين) وَحْدَهُ، وَإِنَّمَا تَغْنِي بِغَازَاتٍ أُخْرَى أَطْلَقْتَهَا فِي ثَنَائَا الْمَجَرَّةِ نُجُومٌ سَبَقَتْهَا فِي التَّكُونِ، ثُمَّ انْفَجَرَتْ بِسَبَبِ التَّفَاعُلَاتِ النَّوَوِيَّةِ الْحَادَّةِ الَّتِي قَامَتْ فِيهَا.

وَعَلَى هَذَا الْأَسَاسِ، اسْتَنْتَجَ الْعُلَمَاءُ أَنَّ شَمْسَنَا لَا بُدَّ أَنْ تَكُونَ مِنَ الْجِيلِ الثَّالِثِ أَوِ الرَّابِعِ الَّذِي نَشَأَ فِي مَجَرَّتِنَا، نَظَرًا لِمَا تَحْوِيهِ مِنْ غَازَاتٍ مُخْتَلِفَةٍ، بِالإِضَافَةِ إِلَى الْغَازِ الْأَسَاسِيِّ الْمُرَكَّبِ لَهَا وَهُوَ (الهيدروجين)؛ وَأَنَّ تِلْكَ الْغَازَاتِ الْأُخْرَى إِنَّمَا جَاءَتْهَا مِنَ النُّجُومِ الَّتِي سَبَقَتْهَا فِي التَّكُونِ، ثُمَّ تَحَوَّلَتْ إِلَى نُجُومٍ عِمْلَاقَةٍ لَمْ تَلْبَثْ أَنْ انْفَجَرَتْ بَعْدَ أَنْ مَرَّتْ بِسِلْسِلَةٍ

مِنَ التَّفَاعُلَاتِ النَّوَوِيَّةِ الَّتِي حَوَّلَتْ غَازَ (الهيدروجين) فِيهَا إِلَى غَازٍ أَثْقَلَ مِنْهُ وَهُوَ (الهيليوم)، ثُمَّ حَوَّلَتْ (الهيليوم) إِلَى عَنَاصِرِ غَازِيَّةٍ أَثْقَلَ مِنْهُ، مِثْلِ (الكربون) وَ(الأوكسجين) وَ(النيون)، ثُمَّ حَوَّلَتْهَا هِيَ الْأُخْرَى إِلَى عَنَاصِرِ غَازِيَّةٍ أَثْقَلَ مِنْهَا، مِثْلِ (الحديد) وَ(السليكون) وَ(الكبريت) وَ(الألمنيوم).

وَيَتَوَقَّعُ الْعُلَمَاءُ أَنْ تَتَعَرَّضَ غَازَاتُ الْمَجَرَّاتِ ذَاتُهَا إِلَى تَفَاعُلَاتٍ نَوَوِيَّةٍ تَنْتَهِي بِتَحْوِيلِ مُعْظَمِ غَازِهَا (الهيدروجين) إِلَى غَازِ (النيون).

وَإِذَا مَا قُدِّرَ لِلنُّجُومِ أَنْ تَنْشَأَ فِي مِثْلِ هَذِهِ الْمَجَرَّاتِ (النَّوَوِيَّةِ)، إِذَا سَمَحَتِ الظُّرُوفُ بِذَلِكَ، فَإِنَّ مِثْلَ تِلْكَ النُّجُومِ سَتَكُونُ مِنَ الْبِدَايَةِ ذَاتَ كُتْلٍ كَبِيرَةٍ، وَسَيَكُونُ مُعْظَمُ الطَّاقَةِ الْمُنْبَعِثَةِ مِنْهَا نَاشِئًا عَنِ الْحَرَكَةِ الْإِنْكِمَاشِيَّةِ التَّنَاقُلِيَّةِ؛ وَهَذَا يَعْنِي أَنَّهَا نُجُومٌ قَصِيرَةُ الْعُمْرِ، سَرِيعَةُ الْفَنَاءِ، بِالْمُقَارَنَةِ مَعَ أَعْمَارِ النُّجُومِ (الهيدروجينية).

وَحِينَ يَتَحَقَّقُ مِثْلُ هَذَا التَّوَقُّعِ، سَتَكُونُ النُّجُومُ الْمُؤَلَّفَةُ لِلْعَنَاقِيدِ الْكُرَوِيَّةِ، وَالْقَائِمَةِ فِي هَالَاتِ الْمَجَرَّاتِ، قَدْ انْتَهَى عُمْرُهَا مُنْذُ زَمَنِ طَوِيلٍ، وَلَنْ يَرَى النََّاظِرُ يَوْمَهَا إِلَى السَّمَاءِ إِلَّا نُجُومًا ذَاتَ نُورٍ خَافِتٍ لَا يَلْبَثُ أَنْ يَنْطَفِئَ، لِيَبْقَى مِنْ بَعْدِهِ نُورٌ أَشَدَّ خُفُوتًا مِنْهُ، صَادِرٌ عَنْ بَقَايَا التَّفَاعُلَاتِ النَّوَوِيَّةِ فِي جِسْمِ الْمَجَرَّاتِ ذَاتِهَا، وَعَنِ الْحَرَكَةِ التَّنَاقُلِيَّةِ الْقَائِمَةِ فِي الْأَقْرَامِ الْبَيْضَاءِ مِنَ النُّجُومِ الَّتِي لَا تَلْبَثُ أَنْ تَتَحَوَّلَ إِلَى أَقْرَامِ سَوْدَاءِ Black dwarfs.

كَانَتْ تِلْكَ وَجْهَةً نَظَرٍ بَعْضِ عُلَمَاءِ الْفَلَكِ حَوْلَ تَطَوُّرِ النُّجُومِ وَالْمَجَرَّاتِ، بَيْنَمَا يَرَى بَعْضُهُمُ الْآخَرُ أَنَّ مَا فِي الْكَوْنِ مِنْ مَادَّةٍ قَائِمَةٍ بَيْنَ الْمَجَرَّاتِ سَتَظَلُّ كَافِيَةً لِتَوَلِيدِ سُدُمٍ جَدِيدَةٍ، تَتَحَوَّلُ إِلَى مَجَرَّاتٍ تَنْبُثُ عَنْهَا نُجُومٌ، وَأَنَّ تِلْكَ الْمَجَرَّاتِ سَتَمْلَأُ مِنْ جَدِيدِ الْفَرَاغِ الَّذِي خَلْفَهُ مَوْتُ الْمَجَرَّاتِ السَّابِقَةِ وَنُجُومِهَا.

الطَّاقَةُ الْمُنْطَلِقَةُ مِنْهُ، فَيَزْدَادُ لِمَعَانِهِ. وَنُعْبِرُ عَنْ هَذَا الْقَانُونِ رِيَاضِيًّا بِأَنَّهُ تَنَاسُبٌ بَيْنَ الطَّاقَةِ الْمُنْطَلِقَةِ وَبَيْنَ الْأُسِّ الثَّالِثِ وَالْأُسِّ الرَّابِعِ لِكُنْثِيَّتِهِ.

وَإِذَا كَانَتْ بَعْضُ النُّجُومِ قَدْ تَحَمَّلَتْ مِثْلَ هَذَا الْمَصِيرِ الَّذِي آلَ إِلَيْهِ أَمْرُ النَّجْمِ (الْجُرُزُ)، فَإِنَّ بَعْضَهَا الْآخَرَ لَا يَتَحَمَّلُ ذَلِكَ، بَلْ يَنْتَحِرُ عَنْ طَرِيقِ تَفْجِيرِ نَفْسِهِ طَمَعًا فِي تَجْدِيدِ حَيَاتِهِ وَإِبْدَالِهَا بِحَيَاةٍ أَفْضَلَ. وَهَذَا مَا سَتَنْطَرِّقُ إِلَيْهِ بِالتَّفْصِيلِ فِي بَحْثِ (انْفِجَارِ النُّجُومِ).

عَوَامِلُ تَطَوُّرِ النُّجُومِ

مُنْذُ عَامِ 1920م، تَوَصَّلَ الْعَالِمُ الْفَلَكِيُّ (آرْتِر ستانلي إدنغتون) إِلَى رَبْطِ تَطَوُّرِ النُّجُومِ بِعَامِلَيْنِ أَسَاسِيَيْنِ هُمَا :

(1) نُزُوعُ النَّجْمِ إِلَى الْإِنْكِمَاشِ الدَّائِمِ بِفِعْلِ جَذْبِ النَّوَاةِ الَّتِي يَزْدَادُ تَكَاثُفُهَا يَوْمًا بَعْدَ يَوْمٍ، كَمَا مَرَّ مَعَنَا.

(2) وَجُودُ قُوَّةٍ فِي نَوَاةِ النَّجْمِ، تُقَاوِمُ ذَلِكَ الْإِنْكِمَاشَ، مُحَاوَلَةً دَفْعِ بَاطِنِ النَّجْمِ نَحْوَ أَطْرَافِهِ؛ إِنَّهَا طَاقَةٌ نَابِذَةٌ نَاتِجَةٌ عَنْ دَوْرَانِ النَّجْمِ السَّرِيعِ حَوْلَ نَفْسِهِ حِينَ تُصْبِحُ كُنْثَلُهُ كَبِيرَةً. وَهِيَ الْقُوَّةُ الَّتِي صَاغَهَا (آينشتاين) فِي قَانُونِهِ التَّالِي :

$$ط = ك ع^2$$

أَيَّ أَنَّ الطَّاقَةَ تُسَاوِي : ك (كُنْثَلَةُ الْجِسْمِ) × مَرَبَّعَ ع (سُرْعَةُ الضَّوءِ). وَكَانَ هَذَا قَبْلَ أَنْ يَعْرِفَ الْعُلَمَاءُ الطَّاقَةَ النَّوَوِيَّةَ.

وَلَمَّا تَمَّ اكْتِشَافُ الطَّاقَةِ النَّوَوِيَّةِ فِي آخِرِ الثَّلَاثِينَاتِ مِنَ الْقَرْنِ الْعِشْرِينَ، قَامَتْ طَائِفَةٌ مِنَ الْعُلَمَاءِ لِتَرْبُطَ بَيْنَ مَا جَاءَ بِهِ الْعَالِمُ (إِدْنِغْتُون) وَبَيْنَ دَوْرِ الطَّاقَةِ النَّوَوِيَّةِ فِي تَطَوُّرِ النُّجُومِ. وَكَانَ عَلَى رَأْسِ هَؤُلَاءِ الْعُلَمَاءِ (كارل فون فايساكر) وَ(سِبْرَاهْمَانِيَان شَانْدَر أسيخار) وَ(هانز بيته).

وَقَدْ بَيَّنَ هَؤُلَاءِ بِأَنَّ التَّفَاعُلَ النَّوَوِيَّ هُوَ الَّذِي يُؤَلِّدُ الْقُوَّةَ الَّتِي تُحَاوِلُ مُعَاكِسَةَ الْقُوَّةِ الْجَادِبَةِ فِي النُّجُومِ حِينَ

وَإِنَّمَا هُوَ نَاتِجٌ عَنِ الْحَرَكَةِ الْإِنْكِمَاشِيَّةِ، أَيْ التَّنَاقُلِيَّةِ، الَّتِي تَزْفَعُ ضَغْطَ نَوَاةِ النَّجْمِ إِلَى دَرَجَةٍ هَائِلَةٍ، فَتَنْبَعِثُ عَنْهُ حَرَارَةٌ شَدِيدَةٌ الْارْتِفَاعِ وَالتَّوَهُجِ، تَشُعُّ ذَلِكَ النُّورَ الْأَبْيَضَ.

وَمِنْ أَمَثَلَةِ تِلْكَ الْأَفْزَامِ الْبَيْضَاءِ النَّجْمُ الْمُسَمَّى (الْجُرُزُ) الَّذِي تَضَاءَلِ قُطْرُهُ حَتَّى أَصْبَحَ لَا يَزِيدُ عَلَى (0.03) مِنْ قُطْرِ الشَّمْسِ، كَمَا ضَعُفَ نُورُهُ حَتَّى أَصْبَحَ لِمَعَانِهِ لَا يَزِيدُ عَلَى (0.02) مِنْ لِمَعَانِ الشَّمْسِ، بَيْنَمَا تُعَادِلُ كُنْثَلَتُهُ كُنْثَلَةَ الشَّمْسِ، إِذْ يَزِنُ السَّنْتِيمِترُ الْوَاحِدُ مِنْ سَطْحِهِ (160) كِيلُو غَرَامًا. وَهَذَا مَا جَعَلَ الْعُلَمَاءَ يُلَقِّبُونَ مِثْلَ تِلْكَ الْأَفْزَامِ الْبَيْضَاءِ بِاسْمِ (النُّجُومِ الْمُتَنَكِّسَةِ) أَوْ (النُّجُومِ الْمَمْسُوحَةِ).



وَلَوْ كَانَ فِي مِثْلِ هَذَا النَّجْمِ، وَهُوَ عَلَى هَذِهِ الْحَالَةِ الْكثِيفَةِ وَالْكُنْثَلَةِ الضَّخْمَةِ، بَقِيَّةٌ مِنْ غَازِ (الهيدروجين)، خَاضِعَةً لِلتَّفَاعُلِ النَّوَوِيِّ، لَرَأَيْنَا أَنَّ لِمَعَانِهِ قَدْ زَادَ (50) مَرَّةً عَمَّا هُوَ عَلَيْهِ الْيَوْمَ، وَذَلِكَ وَفَقَ مَا نَصَّ عَلَيْهِ (قَانُونُ الْكُنْثَلَةِ وَاللِّمَعَانِ) الَّذِي يَقْضِي بِأَنَّهُ كُلَّمَا زَادَتْ كُنْثَلَةُ النَّجْمِ زَادَتْ

وَلَتَتَابِعَ مَسِيرَتَنَا مَعَ نَجْمَيْنِ مُتَوَسِّطِي الْحَجْمِ كَشْمَسِنَا،
لِنَصِلَ مَعَهُمَا إِلَى لَحْظَةِ اسْتِقْرَارِهِمَا الْحَرَجَةِ، وَلِنَرَى كَيْفَ أَنَّ
النَّجْمَ الْأَوَّلَ قَدْ فَجَّرَ نَفْسَهُ مُنْهِيًا حَيَاتَهُ، بَيْنَمَا اسْتَطَاعَ الثَّانِي
تَجَاوُزَ تِلْكَ اللَّحْظَةِ.

لِنَفْرَضْ أَنَّ هَذَيْنِ النَّجْمَيْنِ كَانَا قَدْ اسْتَهْلَكَا (40%) مِنْ
(الهيدروجين) الْمُشَكَّلِ لَهُمَا، مِمَّا دَعَا إِلَى انْكِمَاشِهِمَا عَلَى
نَفْسَيْهِمَا، وَهَذَا يُؤَدِّي إِلَى زِيَادَةِ الضَّغْطِ عَلَى النَّوَاةِ فِيهِمَا،
وَارْتِفَاعِ حَرَارَتِهَا الَّتِي تَصِلُ إِلَى (110) مِلْيَارِ دَرَجَةِ مِثْوِيَّةٍ.
وَعِنْدَ بُلُوغِ حَرَارَةِ النَّوَاةِ فِيهِمَا هَذِهِ الدَّرَجَةَ، نَجِدُ أَنَّ
(الهيليوم) الَّذِي كَانَ مُتْرَكِّزًا فِي النَّوَاةِ عَلَى شَكْلِ غَازٍ خَامِلٍ،
يَنْشِطُ لِيُصْبِحَ وَقُودًا حَيًّا فَعَالًا، وَلِيَدْخُلَ فِي مَرَحَلَةِ تَفَاعُلِ نَوَوِيٍّ
جَدِيدٍ، حَيْثُ تَنْدَمِجُ كُلُّ ثَلَاثِ ذَرَّاتٍ مِنْهُ مُحْدَثَةً أَنْفِجَارًا نَوَوِيًّا،
يَنْتَهِي بِتَحْوُلِ تِلْكَ الذَّرَّاتِ الثَّلَاثِ إِلَى ذَرَّةٍ مِنَ (الكربون).

وَقَدْ تَتَحَدَّ أَرْبَعُ ذَرَّاتٍ مِنَ (الهيليوم) مُحْدَثَةً تَفْجَرًا نَوَوِيًّا
ضَخْمًا، يُدْعَى (بريق الهيليوم) أَوْ (تَفْجَرُ الْقَلْبِ)، مُنْتِجًا ذَرَّةً
مِنَ (الأوكسجين). وَقَدْ تَتَحَدَّ خَمْسُ ذَرَّاتٍ مِنَ (الهيليوم)
مُحْدَثَةً أَنْفِجَارًا نَوَوِيًّا جَارِفًا تَنْتُجُ عَنْهُ ذَرَّةٌ مِنَ (النيون).
وَفِي كُلِّ مِنَ التَّفَاعُلَاتِ الثَّلَاثَةِ السَّابِقَةِ، تَتَوَلَّدُ طَاقَةٌ
ضَخْمَةٌ مِنْ أَشَعَّةٍ (غاما)، تُعِيدُ إِلَى بَاطِنِ النَّجْمَيْنِ نَشَاطَهُمَا،
وَحَسَاسِيَّتَهُمَا، وَشِدَّةَ أَنْفِجَارَاتِهِمَا، بَعْدَ خُمُولِهِمَا، وَبَعْدَ أَنْ
كَانَتِ التَّفَاعُلَاتُ النَّوَوِيَّةُ مُقْتَصِرَةً عَلَى الْغِطَاءِ الْمُحِيطِ بِتِلْكَ
النَّوَاةِ فِيهِمَا فَقَطْ.

عِنْدَ هَذِهِ الْمَرَحَلَةِ، يَكُونُ النَّجْمَانِ قَدْ أَصْبَحَا عَمَلَاءَيْنِ
أَحْمَرَيْنِ، وَيَكُونَانِ قَدْ دَخَلَا لَحْظَةَ الْإِسْتِقْرَارِ الْحَرَجَةِ مِنْ
تَطَوُّرِهِمَا؛ إِنَّهَا اللَّحْظَةُ الَّتِي يَقَعُ فِيهَا أَنْفِجَارُ النَّوَاةِ الْمُدْمَرِ
فِيهِمَا، وَالَّذِي يَدْفَعُ بِكَامِلِ مُحْتَوَاهُمَا الدَّاخِلِيِّ نَحْوَ غِطَائِهِمَا
الْخَارِجِيِّ.

وَهُنَا تَظْهَرُ الْمُفَارَقَةُ الْكُبْرَى بَيْنَ النَّجْمَيْنِ؛ فَبَيْنَمَا يَهْتَزُّ

تَدْفَعُ بِذَرَّاتِ بَاطِنِ الْجِسْمِ نَحْوَ أَطْرَافِهِ؛ وَيَحْدُثُ هَذَا مَا
دَامَ النَّجْمُ فِي طَوْرِ شَبَابِهِ وَحَتَّى نِهَائِهِ نُضْجِهِ. وَلَكِنَّهُ حِينَ
يَشِيخُ وَيَهْرُمُ، مُتَحَوِّلًا إِلَى نَجْمٍ مُتَنَكِّسٍ وَمَمْسُوحٍ، يَضْعُفُ
شَأْنُ التَّفَاعُلِ النَّوَوِيِّ فِيهِ لِدَرَجَةٍ كَبِيرَةٍ، مُفْسِحًا الْمَجَالَ
لِظُهُورِ قُوَّةٍ جَدِيدَةٍ فِيهِ؛ وَهِيَ الَّتِي أَشَارَ إِلَيْهَا (إِدْنِغتون).
إِنَّهَا الْقُوَّةُ الثَّقَالِيَّةُ النَّاتِجَةُ عَنِ الْإِنْكِمَاشِ الَّذِي يُحَوِّلُ
النَّجْمَ كُلَّهُ إِلَى كُتْلَةٍ ذَاتِ كَثَافَةٍ شَدِيدَةٍ، يَصْدُرُ عَنْهَا نُورٌ
أَبْيَضٌ وَحَرَارَةٌ مُرْتَفِعَةٌ تَجْعَلُ مِنْ ذَلِكَ النَّجْمِ الْمُتَنَكِّسِ قَرَمًا
أَبْيَضَ، يُحَاوِلُ بِدَوْرَانِهِ السَّرِيعِ أَنْ يَدْفَعُ بِكُتْلَتِهِ الْبَاطِنِيَّةِ
نَحْوَ الْأَطْرَافِ.

وَلَمَّا لُوْحِظَ أَنْفِجَارُ بَعْضِ تِلْكَ الْأَقْرَامِ، قَامَ الْعُلَمَاءُ
بِدِرَاسَاتٍ جَدِيدَةٍ حَوْلَ عَوَامِلِ ذَلِكَ الْإِنْفِجَارِ الَّذِي لَا يُمَكِّنُ
لِلْقُوَّةِ النَّابِذَةِ وَحْدَهَا أَنْ تُسَبِّهُ.

وَعِنْدَهَا تَوَصَّلُوا إِلَى مَا كُنَّا قَدْ أَشَرْنَا إِلَيْهِ مِنْ أَنَّ تَكَدُّسَ
غَازِ (الهيليوم) فِي بَاطِنِ النَّجْمِ الْقَرَمِ تَكَدُّسًا هَائِلًا، يُؤَدِّي إِلَى
سَحْقِ ذَرَّاتِهِ وَتَوَلِيدِ طَاقَةٍ نَوَوِيَّةٍ جَدِيدَةٍ نَاتِجَةٍ عَنْ تَحْوُلِ غَازِ
(الهيليوم) إِلَى ذَرَّاتِ غَازِيَّةٍ أَثْقَلُ مِنْهُ، مِثْلُ غَازِ (النيون) وَغَازِ
(المغنيسيوم)؛ وَأَنَّ الْقُوَّةَ الْمُنْطَلِقَةَ عَنْ ذَلِكَ التَّفَاعُلِ هِيَ سِرُّ
ذَلِكَ الْإِنْفِجَارِ وَسَبَبُهُ.

لَحْظَةُ الْإِسْتِقْرَارِ الْحَرَجَةِ فِي حَيَاةِ النَّجْمِ

هِيَ اللَّحْظَةُ الَّتِي تَضَعُ النَّجْمَ خِلَالَ مَسِيرَةِ تَطَوُّرِهِ أَمَامَ
أَمْرَيْنِ:

1. أَنْ يُنْهِيَ حَيَاتَهُ عَنْ طَرِيقِ تَفْجِيرِ نَفْسِهِ وَانْتِشَارِ شَطَائِهَا
فِي الْكَوْنِ الْمُحِيطِ بِهِ.

2. أَنْ تَكُونَ لَدَيْهِ الْقُدْرَةُ عَلَى تَفَادِي هَذِهِ التَّبِيجَةِ،
فَيَتَجَاوَزُهَا لِيَدْخُلَ فِي مَرَحَلَةٍ جَدِيدَةٍ مِنْ مَرَاحِلِ تَطَوُّرِهِ
وَاسْتِمْرَارِ حَيَاتِهِ.

أَنْ يَمْتَصَّ صَدْمَةً هَذَا الانفجارِ الْجَدِيدِ مَرَّةً ثَانِيَةً، فَإِنَّ النَّجْمَ سَيَتَابِعُ حَيَاتَهُ مَرَّةً أُخْرَى.

وَإِذَا مَا اتَّفَقَ أَنْ ارْتَفَعَتْ حَرَارَةُ بَاطِنِ النَّجْمِ، بَعْدَ ذَلِكَ، إِلَى (1500) مِليُونِ دَرَجَةِ مِثْوِيَّةٍ، فَإِنَّ تَفَاعُلَاتِ نَوَوِيَّةِ جَدِيدَةٍ سَتَبْدَأُ فِي بَاطِنِ النَّجْمِ، وَسَتَوْلَدُ الانفجاراتُ النَّاتِجَةُ عَنْهَا ذَرَاتٍ مِنْ (الْأَلْمِينِيوم) وَ(السليكون) وَ(الكُبريت) وَ(الفوسفور).

وَإِذَا مَا اتَّفَقَ أَنْ ارْتَفَعَتْ حَرَارَةُ بَاطِنِ النَّجْمِ إِلَى (2500) مِليُونِ دَرَجَةِ مِثْوِيَّةٍ، تَتَحَوَّلُ الْعُنَاصِرُ السَّابِقَةُ، عَنْ طَرِيقِ التَّفَاعُلَاتِ النَوَوِيَّةِ، إِلَى ذَرَاتٍ أَثْقَلُ مِنْهَا، مِثْلُ (التيتانيوم، الكروم، المَنغنيز، الحديد، الكوبالت، النيكل، النحاس، وَالزُّنك).

وَهُنَا لَا بُدَّ مِنَ الْإِشَارَةِ إِلَى أَنَّ كُلَّ تَفَاعُلٍ نَوَوِيٍّ يَتِمُّ بِسُرْعَةٍ أَكْثَرَ مِنَ التَّفَاعُلِ الَّذِي سَبَقَهُ. عِنْدَ هَذَا الْحَدِّ، تَتَوَقَّفُ التَّفَجُّرَاتُ النَوَوِيَّةُ فِي النَّجْمِ، بَعْدَ أَنْ يَكُونَ قَدْ تَحَوَّلَ إِلَى قَرَمٍ أَبْيَضٍ يَعْيشُ فِتْرَةً عَلَى اسْتِهْلَاكِ بَقَايَا طَاقَتِهِ النَوَوِيَّةِ الْمُخْتَزَنَةِ فِيهِ. وَعِنْدَ نَفَادِ تِلْكَ الطَّاقَةِ النَوَوِيَّةِ، يَزْدَادُ انْكِمَاشُهُ وَصِغَرُ حَجْمِهِ حَتَّى يَصِلَ إِلَى دَرَجَةِ تَتَمَكُّنُ فِيهَا ذَرَاتُهُ الْبَاطِنِيَّةُ مِنْ مُقَاوَمَةِ عَمَلِيَّةِ الْانْكِمَاشِ؛ وَعِنْدَهَا يَقْفُذُ حَرَارَتُهُ النَّاشِئَةَ عَنِ التَّنَاقُلِ، كَمَا يَقْفُذُ مَعَهَا لَمَعَانُهُ الَّذِي كَانَتْ تُصْدِرُهُ عَمَلِيَّةُ التَّنَاقُلِ. وَعِنْدَهَا يَتَحَوَّلُ إِلَى قَرَمٍ أَسْوَدَ بَارِدٍ مُعْتَمٍ، سَابِحٍ فِي الْفَضَاءِ الْكَوْنِيِّ.

هَذِهِ هِيَ الْمَرَاكِلُ الَّتِي يَمُرُّ بِهَا نَجْمٌ مُتَوَسِّطُ الْكُنْثَلَةِ كَالشَّمْسِ؛ أَمَّا حِينَ تَكُونُ كُنْثَلَةُ النَّجْمِ أَكْبَرَ مِنْ كُنْثَلَةِ الشَّمْسِ بِحَوَالِي (50 %)، فَإِنَّ مِثْلَ ذَلِكَ النَّجْمِ لَنْ يُكْتَبَ لَهُ أَنْ يَمُرَّ بِالتَّطَوُّرَاتِ الَّتِي اسْتَعْرَضْنَاهَا. وَذَلِكَ وَفْقَ مَا تَوَصَّلَ إِلَيْهِ الْفَلَكِيُّ (شاندرا سيخار) عَنْ طَرِيقِ الدَّرَاسَاتِ الْفِيْزِيَاءِيَّةِ وَالرِّيَاضِيَّةِ الَّتِي قَامَ بِهَا؛ إِذْ تَبَيَّنَ لَهُ أَنَّ النَّجْمَ الَّذِي تَتَرَاوَحُ كُنْثَلَتُهُ بَيْنَ (1.4 - 40) مَرَّةً مِنْ كُنْثَلَةِ الشَّمْسِ، تَظَلُّ عَمَلِيَّةُ

غَطَاءِ النَّجْمِ الْأَوَّلِ اهْتِزَازًا عَنيفًا، تَصْحَبُهُ تَمَوُّجَاتٌ وَاسِعَةٌ تَدُلُّ عَلَى أَنَّهُ قَدْ امْتَصَّ صَدْمَةً الانفجارِ وَرَاحَ يَتَابِعُ حَيَاتَهُ، نَجْدُ أَنَّ النَّجْمَ الثَّانِي قَدْ اسْتَجَابَ لَهَا وَرَاحَ يَنْتَفِخُ بِسُرْعَةٍ كَبِيرَةٍ؛ حَتَّى إِذَا مَا بَلَغَ حَجْمًا لَا يَكَادُ يَتَصَوَّرُهُ الْعَقْلُ، دَوَّى صَوْتُ الانفجارِ الْمُروِّعِ، مُغْلِنًا نِهَايَةَ النَّجْمِ الَّذِي تَأْخُذُ شَطَائِهُهُ بِالتَّطَايُرِ فِي كُلِّ اتِّجَاهٍ وَصَوْبٍ.

وَيَتَابِعُ النَّجْمُ الْأَوَّلُ حَيَاتَهُ، حَيْثُ يَأْخُذُ حَجْمُهُ الْكَبِيرُ بِالصَّغَرِ، شَيْئًا فَشَيْئًا، مَعَ تَزَايُدِ حَرَارَتِهِ الَّتِي تَجْعَلُهُ أَشَدَّ لَمَعَانًا، وَتَجْعَلُ لَوْنَهُ أَشَدَّ زُرْقَةً. كَمَا يَحْدُثُ إِعَادَةُ تَرْتِيبِ لَأَمَّاكِنِ الْغَازَاتِ فِي بَاطِنِهِ، حَيْثُ يَخُوضُ غَازُ (النِّيُون) الْكَثِيفُ إِلَى الْقِسْمِ الْمَرْكَزِيِّ مِنَ النَّوَاةِ، وَيَعْلُوهُ غَازُ (الْأوكْسِجِين) الَّذِي يَتَوَضَّعُ فَوْقَهُ غَازُ (الْكَرْبُون).

وَتَوَلَّفُ هَذِهِ الْغَازَاتُ الثَّلَاثَةُ الْقِسْمَ الدَّاخِلِيَّ مِنَ النَّوَاةِ، أَمَّا الْقِسْمُ الْخَارِجِيُّ مِنْهَا فَيَسْقُلُهُ غَازُ (الْهَلِيُوم). أَمَّا غَازُ (الْهَيْدُرُوجِين) فَيُظَلُّ مُشَكَّلًا دِنَارَ النَّجْمِ وَغِطَاءَهُ الْخَارِجِيَّ الْمُحِيطَ بِالنَّوَاةِ.

وَبَعْدَ أَنْ تَأْخُذَ تِلْكَ الْغَازَاتُ أَمَّاكِنَهَا فِي النَّجْمِ، نَجْدُ أَنَّ التَّفَاعُلَاتِ النَوَوِيَّةَ فِي جِسْمِ النَّجْمِ لَا تَتَوَقَّفُ، حَيْثُ يَأْخُذُ غَازُ (الْهَيْدُرُوجِين) بِالتَّحَوُّلِ إِلَى غَازِ (الْهَلِيُوم)، وَيَتَحَوَّلُ (الْهَلِيُوم) الَّذِي كَانَ يُؤَلَّفُ الْقِسْمَ الْعُلَوِيَّ مِنَ النَّوَاةِ إِلَى غَازِي (الْأوكْسِجِين) وَ(الْكَرْبُون).

وَقَدْ يُوَاجِهُ النَّجْمُ أَرْمَةً انفجارٍ مُدْمِرٍ مَرَّةً ثَانِيَةً إِذَا مَا اتَّفَقَ أَنْ ارْتَفَعَتْ حَرَارَةُ بَاطِنِهِ إِلَى (800) مِليُونِ دَرَجَةِ مِثْوِيَّةٍ؛ إِذْ إِنَّ مِثْلَ هَذِهِ الدَّرَجَةِ مِنَ الْحَرَارَةِ تُحَوِّلُ غَازَ (النِّيُون)، الْمُؤَلَّفَ لِمَرْكَزِ النَّجْمِ، مِنْ غَازٍ خَامِلٍ إِلَى غَازٍ نَشِيطٍ، حَيْثُ يَبْدَأُ فِيهِ تَفَاعُلٌ نَوَوِيٌّ جَدِيدٌ يُفَجِّرُهُ، مُحَوِّلًا إِيَّاهُ إِلَى غَازٍ أَثْقَلُ مِنْهُ، هُوَ غَازُ (الْمَنغنيزوم).

وَإِذَا مَا اسْتَطَاعَ الدَّنَارُ الْهَيْدُرُوجِينِي، حَتَّى هَذِهِ الْمَرَحَلَةِ،

(3) نُجُومٌ تُدْعَى (نُوفَا) Nova، أَيْ (الْجَدِيدَةُ)، وَهِيَ لَا تَنْفَجِرُ فِي حَيَاتِهَا عَلَى الْغَالِبِ إِلَّا مَرَّةً وَاحِدَةً؛ وَإِذَا مَا اتَّفَقَ لِبَعْضِهَا أَنْ انْفَجَرَ ثَانِيَةً، فَإِنَّ هَذَا لَنْ يَحْدُثَ قَبْلَ مُرُورِ بَضْعَةِ مِلْيَافَيْنِ مِنَ السَّنِينَ.

(4) نُجُومٌ تُدْعَى (سُوبرنُوفَا) Supernova، أَيْ (مَا فَوْقَ الْجَدِيدَةِ)، وَهِيَ نُجُومٌ لَهَا طَابَعُهَا الْخَاصُّ الْمُمَيَّزُ، إِذْ يَكُونُ انْفِجَارُهَا مُدْمِرًا وَمُرَوَّعًا، وَلَا يَحْدُثُ إِلَّا مَرَّةً وَاحِدَةً فِي حَيَاتِهَا.

وَفِي جَمِيعِ حَالَاتِ الْانْفِجَارِ السَّابِقَةِ، تَقْدَفُ النُّجُومُ بِأَجْزَاءٍ مِنْهَا فِي الْفَضَاءِ الْكَوْنِيِّ. وَكُلَّمَا كَانَ الْانْفِجَارُ شَدِيدًا، كَانَ قَذْفُ تِلْكَ الْأَجْزَاءِ إِلَى مَدَى أَبْعَدَ.

سُوبرنُوفَا عام 1987



الْمَرَا حِلُّ الَّتِي يَمُرُّ بِهَا انْفِجَارُ النَّجْمِ

مِنْ رَصْدِ إِشْعَاعَاتِ النُّجُومِ الْمُتَفَجِّرَةِ الَّتِي تَنْدَرِجُ تَحْتَ أَحَدِ الْأَنْوَاعِ الثَّلَاثَةِ الْأُولَى الَّتِي أَشْرْنَا إِلَيْهَا، أُمَكِّنَ التَّعَرُّفُ إِلَى الْمَرَا حِلِّ الَّتِي يَمُرُّ بِهَا النَّجْمُ قَبْلَ الْانْفِجَارِ وَخِلَالَهُ وَبَعْدَ انْتِهَائِهِ.

فَفِي السَّاعَاتِ الْأُولَى الَّتِي تَسْبِقُ الْانْفِجَارَ، يُلَاحَظُ أَنَّ سَطْحَ النَّجْمِ قَدْ بَدَأَ يَنْتَفِخُ بِسُرْعَةٍ هَائِلَةٍ تُقَدَّرُ بِـ (4100) كَمِ فِي الثَّانِيَةِ الْوَاحِدَةِ، وَيَتَرَفَّقُ ذَلِكَ الْانْتِفَاحُ مَعَ ازْدِيَادٍ فِي بَرَقِ النَّجْمِ لِدَرَجَةٍ تَفُوقُ الوُصْفَ.

سَحَقِ الذَّرَّاتِ الْمَوْجُودَةِ فِيهِ، وَتَحْوِيلِهَا إِلَى غَازٍ خَامِدٍ، قَائِمَةً بِاسْتِمْرَارٍ بِسَبَبِ ضَخَامَةِ وَعُنفِ جَازِبِيَّةِ مَرْكَزِهِ، لِذَا فَإِنَّهُ يَتَحَوَّلُ إِلَى نَجْمٍ بِحَجْمِ الشَّمْسِ، ثُمَّ يُصْبِحُ أَصْغَرَ مِنْهَا، وَيَظَلُّ حَجْمُهُ يَصْغُرُ حَتَّى يُصْبِحَ قَرَمًا بِحَجْمِ (عُطَارِد)، ثُمَّ يَتَحَوَّلُ إِلَى نَجْمٍ بِحَجْمِ كُرَةِ الْقَدَمِ، ثُمَّ يُصْبِحُ بِحَجْمِ حَبَّةِ الْحُمُصِ، ثُمَّ يُصْبِحُ نَجْمًا فِي حَجْمِ الذَّرَّةِ لِيَتَقَلَّبَ بَعْدَهَا إِلَى نَجْمٍ فِي حَجْمِ الْإِلِكْتُرُونِ.

وَلَكِنَّ مُعْظَمَ عُلَمَاءِ الْفَلَكِ لَا يُشَاطِرُونَ (شاندرا سيخار) هَذَا الرَّأْيَ، وَلَا يَقْرُونَهُ عَلَيْهِ، وَإِنَّمَا يَرَوْنَ أَنَّ لَدَى مِثْلِ تِلْكَ النُّجُومِ الضَّخْمَةِ وَسَائِلَ تَحَوُّلٍ بَيْنَهَا وَبَيْنَ بُلُوغِ تِلْكَ النِّهَايَةِ. فَهِيَ تَتَخَلَّصُ مِنْ حَجْمِهَا الزَّائِدِ الَّذِي سَيُسَبِّبُ لَهَا هَذِهِ النِّهَايَةَ عَنْ طَرِيقِ قُوَّتِهَا النَّابِذَةِ الَّتِي تُسَاعِدُهَا فِي قَذْفِ تِلْكَ الزِّيَادَةِ عِنْدَ مُسْتَوَى خَطِّ اسْتَوَائِهَا، لِتَتَنَازَّرَ فِي الْفَضَاءِ الْمُحِيطِ بِهَا؛ وَعِنْدَهَا يَصْغُرُ حَجْمُهَا، فَتَتَوَقَّفُ عَمَلِيَّةُ سَحَقِ الذَّرَّاتِ فِيهَا قَبْلَ أَنْ يَتَقَلَّصَ حَجْمُهَا لِلدَّرَجَةِ الَّتِي ذَكَرْنَاهَا، وَإِنَّمَا يَتَرَاوَحُ حَجْمُهَا فِي النِّهَايَةِ بَيْنَ حَجْمِ الْكَوْكَبِ (أُورَانُوس) وَالْكَوْكَبِ (عُطَارِد) فِي أَغْلَبِ الْأَحْيَانِ.

النُّجُومُ الْمُتَفَجِّرَةُ

هِيَ نُجُومٌ قَدِيمَةٌ جَدًّا، لَمْ تَعُدْ تُطَبِّقُ أُسْلُوبَ حَيَاتِهَا الَّذِي انْتَهَتْ إِلَيْهِ، لِذَا تَنْزِعُ إِلَى تَغْيِيرِهِ بِسُرْعَةٍ وَعُنفٍ، فَتَتَفَجَّرُ. وَلِلنُّجُومِ الْمُتَفَجِّرَةِ أَرْبَعَةُ نَمَازِجَ:

(1) نُجُومٌ يَتَكَرَّرُ انْفِجَارُهَا فِي مَوَاعِيدَ مُنْتَظِمَةٍ، أَوْ شَبِهِ مُنْتَظِمَةٍ، إِذْ يَفْصِلُ بَيْنَ الْانْفِجَارِ وَالْانْفِجَارِ الَّذِي يَلِيهِ عِدَّةُ أَسَابِيعَ.

(2) نُجُومٌ يَكُونُ انْفِجَارُهَا أَشَدَّ وَأَعْنَفَ مِنْ انْفِجَارِ نُجُومِ النَّمُودَجِ الْأَوَّلِ، وَلَكِنَّهُ لَا يَحْدُثُ لَهَا إِلَّا مَرَّةً وَاحِدَةً كُلِّ بَضْعِ سَنَوَاتٍ.

جَمْرَةٌ مُتَوَهِّجَةٌ بِفِعْلِ الثَّقَالَةِ لِتُصْبِحَ جِسْمًا بِحَجْمِ الْأَرْضِ
كثَافَةً أَكْبَرَ مِنْ كَثَافَةِ الْمَادَّةِ الْعَادِيَةِ مِلَايِينَ الْمَرَّاتِ .

إِنَّ مُعْظَمَ هَذِهِ النُّجُومِ الَّتِي هِيَ مِنْ نَوْعِ الْأَقْرَامِ الْبَيْضِ تَبْرُدُ
وَتَذْوِي، ثُمَّ تَمُوتُ وَهِيَ تَتْنُّ، بَدَأَتْ إِذَا كَانَ أَحَدُهَا يَدُورُ فِي
فَلَكِهِ قَرِيبًا مِنْ نَجْمٍ فَإِنَّهُ يَقْضِمُ مَادَّةً مِنْ رَفِيقِهِ الْقَرِيبِ لِتُصْبِحَ
أَكْثَفَ فَأَكْثَفَ، إِلَى أَنْ تَنْدَلِعَ فِيهِ عَوَاصِفُ نَارِيَّةٍ نَوَوِيَّةٍ حَرَارِيَّةٍ
شَدِيدَةٍ . وَتَقُومُ هَذِهِ الْجَانِحَةُ النَّوَوِيَّةُ بِنَفْخِ هَذَا النُّجْمِ الْقَرْمِ،
كَمَا تَجْعَلُهُ يَقْدِفُ مَادَّةً بِسُرْعَةٍ (10000 كم/ثا) تَقْرِيبًا

وَيَسْتَعْرِقُ تَوَهُجُ هَذِهِ الْكُرَّةِ النَّارِيَّةِ الْمُتَمَدِّدَةُ زُهَاءً ثَلَاثَةَ أَسَابِيعَ
لِتَبْلُغَ سَطْوَعَهَا الْأَعْظَمَ، ثُمَّ يَحْبُو هَذَا السُّطُوعُ خِلَالَ أَشْهُرٍ .

وَيَهْتَزُّ سَطْحُ النُّجْمِ بِعُنْفٍ، ثُمَّ لَا يَلْبَثُ أَنْ يَتَمَرَّقَ مَعَ
خُدُوثِ الْإِنْفِجَارِ الَّذِي يَقْدِفُ مَعَهُ مِنْ بَاطِنِ النُّجْمِ كِتْلًا مِنْ
السَّوَاطِ وَاللَّهَبِ وَكُرَاتٍ مُتَوَهِّجَةٍ مِنَ الْغَازِ، تُؤَلَّفُ حَوْلَ
النُّجْمِ غِلَافًا كُرْوِي الشَّكْلِ، ذَا كَثَافَةٍ مُرْتَفِعَةٍ، يُدْعَى (الْغِلَافُ
النُّجْمِيّ). ثُمَّ لَا يَلْبَثُ هَذَا الْغِلَافُ أَنْ يَتَمَدَّدَ بِسُرْعَةٍ هَائِلَةٍ،
لِيُصْبِحَ قَلِيلَ الْكَثَافَةِ، حَيْثُ تُؤَلَّفُ الْإِلِكْتْرُونَاتُ مُعْظَمَ ذَرَاتِهِ،
وَلِيَتَوَهَّجَ كَأَنَّهُ هَالَةٌ نُورٍ تَحْطِفُ الْأَبْصَارَ بِبَرِيقِهَا .

وَقَدْ دَعَا الْعُلَمَاءُ هَذِهِ الْمَرْحَلَةَ الَّتِي يَكُونُ عَلَيْهَا الْغِلَافُ
النُّجْمِيّ بِاسْمِ (الْحَالَةِ الطَّيْفِيَّةِ الْحَرَامِ لِلْغِلَافِ النُّجْمِيّ) .

وَعِنْدَمَا يَتَوَقَّفَ النُّجْمُ عَنْ قَذْفِ مَوَادِّهِ حَوْلَهُ، يَتَحَوَّلُ
ذَلِكَ الْغِلَافُ إِلَى مَا يُشَبِّهُ سَدِيمًا لَآمِعًا، يَأْخُذُ بِالتَّبَدُّدِ، شَيْئًا
فَشَيْئًا، حَتَّى يَنْكَشِفَ النُّجْمُ الَّذِي يَأْخُذُ بِالْعُودَةِ شَيْئًا فَشَيْئًا
إِلَى بَرِيقِهِ الطَّبِيعِيِّ الَّذِي كَانَ عَلَيْهِ قَبْلَ الْإِنْفِجَارِ .

وَقَدْ يُخَيَّلُ لِلإِنْسَانِ أَنَّ هَذَا الْإِنْفِجَارَ الْعَظِيمَ قَدْ دَمَّرَ
النُّجْمَ بِكَامِلِهِ، أَوْ قَضَى عَلَى مُعْظَمِهِ، وَلَكِنَّ الْوَاقِعَ غَيْرُ
ذَلِكَ؛ فَالنُّجْمُ يَعُودُ إِلَى مَا كَانَ عَلَيْهِ، وَكَأَنَّ كُلَّ مَا جَرَى لَا
يَعْدُو أَنْ يَكُونَ زَوْبَعَةً فِي فَنْجَانٍ (أَوْ جَعَجَعَةً بِلَا طَحْنٍ) .
فَكُلُّ مَا اسْتَطَاعَ الْإِنْفِجَارُ أَنْ يَقْدِفَ بِهِ مِنْ جُزْءِ النُّجْمِ لَا يَزِيدُ
عَلَى جُزْءٍ ضَخِيلٍ مِنْهُ، لَا يُقَدِّمُ فِي وَضْعِهِ وَلَا يُؤَخَّرُ .

انْفِجَارُ النُّجُومِ (السُّوبرنوفا)

هُوَ الْإِنْفِجَارُ الَّذِي يَخْذُثُ حِينَ يُصْبِحُ نَجْمٌ مَيِّتٌ
قَبْلَهُ نَوَوِيَّةً حَرَارِيَّةً طَبِيعِيَّةً . وَلَا يَقِلُّ إِثَارَةُ عَنْ هَذَا التَّحَوُّلِ
الْأَخِيرِ تَارِيخُ النُّجْمِ الْمَيِّتِ الَّذِي يَبْدَأُ حَيَاتَهُ نَجْمًا عَادِيًا،
أَيْ كُرَّةً مُسْتَقَرَّةً مُكَوَّنَةً مِنْ غَازٍ مَعْرُوضٍ لِلْحَرَارَةِ النَّاجِمَةِ عَنْ
التَّفَاعُلَاتِ النَّوَوِيَّةِ الْمُسْتَقَرَّةِ الَّتِي تَجْرِي فِي قَلْبِهِ، وَالتِّي تَحَوَّلُ
الْهَيْدْرُوجِينَ إِلَى هَلِيُومٍ وَكَرْبُونٍ وَأُوكْسِجِينٍ وَنِيُونٍ وَعُنَاصِرٍ
أُخْرَى . وَعِنْدَمَا يَمُوتُ النُّجْمُ، يَلْتَحِمُ الرَّمَادُ النَّوَوِيُّ مَكُونًا

لَمْ يَكُنْ مُمَكِّنًا رَسْمُ مِثْلِ هَذِهِ الصُّورَةِ بِأَيِّ دَرَجَةٍ مِنَ الثَّقَلِ قَبْلَ عَامِ 2003م،
ذَلِكَ أَنَّهُ لَمْ يَكُنْ لَمَّةٌ مِنْ يَعْرِفُ بِالْقَبْطِ مَا يَحْدُثُ دَفَقَاتِ الشُّعَّةِ عَامًا - وَهِيَ
وَمِصْرَاتُ الشَّعَاعِ ذِي طَاقَةٍ عَالِيَةٍ يُصْغَرُ الشَّعَاعُ مَرَّتَيْنِ كُلَّ يَوْمٍ، وَيَعْتَقِدُ الْفَلَكَايُونُ
أَنَّهَا آخِرُ مَظْهَرٍ لِلنُّجُومِ قَبْلَ انْتِهَارِهَا .

تَمُرُّ هَذِهِ النُّجُومُ أَثْنَاءَ انْفِجَارِهَا بِنَفْسِ الْمَرَاكِحِلِ الَّتِي مَرَّتْ
بِهَا الْأَنْوَاعُ الثَّلَاثَةُ السَّابِقَةُ مِنَ النُّجُومِ . إِلَّا أَنَّ الْحَاتِمَةَ الَّتِي تَنْتَهِي
إِلَيْهَا النُّجُومُ (مَا فَوْقَ الْجَدِيدَةِ) تَخْتَلِفُ اخْتِلَافًا كَبِيرًا عَمَّا رَأَيْنَاهُ
فِي النُّجُومِ الْمُتَفَجِّرَةِ السَّابِقَةِ، بِسَبَبِ اخْتِلَافِ طَبِيعَةِ التَّفَاعُلَاتِ
النَّوَوِيَّةِ الَّتِي تَخْذُثُ فِي مِثْلِ هَذِهِ النُّجُومِ قَبْلَ انْفِجَارِهَا .



فَفِي الْأَنْوَاعِ السَّابِقَةِ، يَحْدُثُ الْإِنْفِجَارُ أَثْنَاءَ عَمَلِيَّةِ تَحَوُّلِ (الهيدروجين) إِلَى (هليوم)؛ أَمَّا فِي النُّجُومِ (مَا فَوْقَ الْجَدِيدَةِ)، فَإِنَّ الْإِنْفِجَارَ لَا يَحْدُثُ إِلَّا بَعْدَ سِلْسِلَةِ التَّفَاعُلَاتِ النَّوَوِيَّةِ الَّتِي تَبْدَأُ بِتَحْوِيلِ (الهيدروجين) إِلَى (هليوم)، وَتَسْتَمِرُّ خِلَالَ تَحْوِيلِ الذَّرَاتِ الْخَفِيفَةِ لِغَازِ (الهليوم) إِلَى ذَرَّاتٍ أَثْقَلَ مِنْهُ، كَمَا مَرَّ مَعَنَا، مِثْلُ (الكربون) وَ(الأوكسجين) وَ(النيون).

وَتَوَلَّدَ هَذِهِ التَّفَاعُلَاتُ الْمُتَوَالِيَةُ فِي بَاطِنِ النُّجْمِ قُوَّةً تَدْمِيرِيَّةً تَفُوقُ كُلَّ قُوَى التَّدْمِيرِ الَّتِي أَصَابَتْ النُّجُومَ السَّابِقَةَ؛ لِذَا نَجِدُ أَنَّ التَّالِيَّ الَّذِي يَبْلُغُهُ النُّجْمُ لِحِظَةِ الْإِنْفِجَارِ يَزِيدُ عَلَى تَأَلُّقِ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (2500) مِلْيُونِ مَرَّةٍ. كَمَا نَجِدُ أَنَّ مُقْطَعِ كُتْلَةِ النُّجْمِ تَتَطَايَرُ فِي الْفَضَاءِ الْمُحِيطِ بِالنُّجْمِ عَلَى شَكْلِ كُرَاتٍ مُتَدَاخِلَةٍ مِنَ الْغَازَاتِ وَالذَّقَائِقِ الْكَوْنِيَّةِ الْمُلتَهَبَةِ. وَيَبْزُرُ فِي مَكَانِ النُّجْمِ الْمُتَفَجِّرِ نَجْمٌ صَغِيرٌ لَامِعٌ، إِنَّهُ النُّجْمُ الْمُدْعُو (النُّجْمُ مَا فَوْقَ الْجَدِيدِ) أَوْ (سوبرنوفا).

ثُمَّ يَتَحَوَّلُ هَذَا النُّجْمُ شَيْئًا فَشَيْئًا إِلَى نَجْمٍ صَغِيرٍ مُعْتَمٍ، ذِي كَنَافَةٍ هَائِلَةٍ تَفُوقُ التَّصَوُّرَ، يُدْعَى (الثَّقَبُ الْأَسْوَدَ). وَسُرْعَةُ جَذْبِ هَذَا الثَّقَبِ تَفُوقُ سُرْعَةَ الضَّوءِ؛ لِذَا فَهُوَ يَجْذِبُ جَمِيعَ الْغَازَاتِ الَّتِي خَلْفَهَا النُّجْمُ الْمُتَفَجِّرُ حَوْلَهُ، وَيَتَبَلَّعُهَا، كَمَا يَجْذِبُ وَيَتَبَلَّعُ كُلُّ مَا يَكُونُ قَرِيبًا مِنْهُ مِنْ نُجُومٍ.

الْمُتَجَدِّدَاتُ الْكُبْرَى مِنَ النُّجُومِ

هُنَاكَ صَنْفٌ غَرِيبٌ وَنَادِرٌ مِنَ النُّجُومِ، تَفُوقُ كُتْلَتُهَا كُتْلَةَ الشَّمْسِ، وَلَكِنَّهَا، مُنْذُ وُجِدَتْ، بِطَبِئَةِ الدَّوْرَانِ حَوْلَ نَفْسِهَا، وَلَا تُغَيِّرُ سُرْعَتَهَا نِلْكَ طِيلَةَ حَيَاتِهَا.

وَهَذِهِ النُّجُومُ، بِرَغْمِ ضَخَامَتِهَا، تَتَعَرَّضُ لِانْفِجَارَاتٍ نَوَوِيَّةٍ لَا تَبْلُغُ دِنَارَهَا الْمُؤَلَّفَ مِنَ (الهيدروجين)، وَإِنَّمَا يَظَلُّ أَثَرُ الْإِنْفِجَارِ مُقْتَصِرًا عَلَى الْمَكَانِ الَّذِي حَدَثَ فِيهِ، مَحْبُوسًا

عِنْدَهُ، أَيْ فِي نَوَاةِ النُّجْمِ وَفِي طَبَقَةِ الْحِمْلَانِ مِنْهُ.

فَالْإِنْفِجَارَاتُ النَّوَوِيَّةُ الَّتِي تُحَوَّلُ (الهيدروجين) إِلَى (هليوم)، وَ(الهليوم) إِلَى (كربون) وَ(أوكسجين) وَ(نيون)، وَالَّتِي تُحَوَّلُ هَذِهِ الْعَنَاصِرُ أَيْضًا إِلَى (مغنيسيوم) وَ(كبريت) وَ(سيليوس) وَ(حديد) وَ(ألومنيوم)، لَا تَعْمَلُ عَلَى دَمَجِ هَذِهِ الْعَنَاصِرِ مَعَ بَعْضِهَا، وَإِنَّمَا يُشَكِّلُ كُلُّ وَاحِدٍ مِنْهَا، بَعْدَ حُدُوثِهِ، طَبَقَةً مُتَفَصِّلَةً عَنِ الَّتِي تَلِيهَا، وَيَأْخُذُ كُلُّ عُنْصُرٍ مِنْهَا الطَّبَقَةَ الَّتِي تَتَنَاسَبُ مَعَ كَثَافَتِهِ؛ حَيْثُ يُشَكِّلُ (الهيدروجين) أَعْلَى طَبَقَةٍ بَيْنَمَا يُشَكِّلُ (الحديد) أَعْمَقَ طَبَقَةٍ، إِذْ يَتَمَرَّكُزُ عِنْدَ مَرَكِّزِ النُّجْمِ مُشَكِّلًا قَلْبَ النَّوَاةِ، وَبَيْنَهُمَا بَقِيَّةُ الْغَازَاتِ مَرْتَبَةً حَسَبَ كَثَافَتِهَا. وَتَكُونُ هَذِهِ التَّفَاعُلَاتُ الَّتِي تَمَّتْ دَاخِلَ النُّجْمِ قَدْ رَفَعَتْ حَرَارَةَ بَاطِنِ النُّجْمِ إِلَى حَوَالِي (2000) مِلْيُونِ دَرَجَةِ مِثْوِيَّةٍ، مِمَّا يَجْعَلُ النُّجْمَ يَقْدِفُ بِسَيْلٍ هَائِلٍ مِنْ نيوتروناته إِلَى الْفَضَاءِ الْكَوْنِيِّ.

وَيَسَبِّبُ نُقْصَانِ (النيوترونات) مِنْ جُزْمِ النُّجْمِ، نَرَاهُ يَنْكَمِشُ عَلَى نَفْسِهِ؛ وَيُؤَدِّي هَذَا الْإِنْكِمَاشُ، خِلَالَ أَسَابِيعَ فَقَطْ، إِلَى حُدُوثِ ضَغْطٍ مُخِيفٍ فِي بَاطِنِ النُّجْمِ، وَحَيْثُ يَتَرَكَّزُ عَلَى نَوَاتِهِ، مِمَّا يَرْفَعُ دَرَجَةَ حَرَارَةِ بَاطِنِ النُّجْمِ إِلَى (4000 - 6000) مِلْيُونِ دَرَجَةِ مِثْوِيَّةٍ، ثُمَّ تَقْفِزُ الْحَرَارَةُ بَعْدَ فِتْرَةٍ إِلَى (7000) مِلْيُونِ دَرَجَةِ مِثْوِيَّةٍ.

وَعِنْدَ هَذَا الْحَدِّ، يَحْدُثُ تَفَاعُلٌ نَوَوِيٌّ يُحَوِّلُ الذَّرَّاتِ الثَّقِيلَةَ فِي النُّجْمِ إِلَى ذَرَّاتٍ خَفِيفَةٍ. وَهَذَا التَّفَاعُلُ يُسَاعِدُ النُّجْمَ، عِنْدَهَا، عَلَى اسْتِعَادَةِ كُلِّ الطَّاقَةِ، الَّتِي كَانَ قَدْ بَدَّدَهَا خِلَالَ مَلَائِينَ السَّنِينَ، مِنَ الْكَوْنِ الْمُحِيطِ بِهِ، وَشَكْلٍ سَرِيعٍ وَمُفَاجِئٍ، مِمَّا يَجْعَلُ طَبَقَاتِهِ تَنْدَفِعُ بِسُرْعَةٍ خَاطِفَةٍ نَحْوَ مَرَكِّزِهِ، كَمَا يَحْدُثُ فِي كُرَةِ مَطَاطِيَّةٍ رَقِيقَةٍ عِنْدَمَا تُثَقَّبُ، وَهِيَ فِي أَقْصَى حَالَاتِ انْتِفَاحِهَا، بِثَقْبٍ كَبِيرٍ مُفَاجِئٍ.

وَعِنْدَهَا تَتَدَاخَلُ جَمِيعُ الْعَنَاصِرِ الْمُكَوِّنَةِ لِلنُّجْمِ مَعَ

أَعْيُنُهُمْ بَعْدَ عِدَّةِ أَسابيعَ، وَكَانَ ذَلِكَ عَامَ 183م. كَمَا يَذْكُرُونَ أَنَّهُ فِي عَامَ 293م، لَاحَظُوا فِي كَوْكَبَةِ (بُرْجِ الْعَقْرَبِ) نَجْمًا أَخَذَ يَتَأَلَّقُ ثُمَّ لَمْ يَلْبَثْ أَنْ أَخَذَ بَرِيقُهُ يَضَعْفُ بَعْدَ مُرُورِ عِدَّةِ أَسابيعَ، إِلَى أَنْ اخْتَفَى عَنْ أَبْصَارِهِمْ بَعْدَ ثَمَانِيَةِ أَشْهُرٍ؛ كَمَا وَرَدَ فِي مُلَاحَظَتِهِمْ أَنَّ لَمَعَانَهُ كَانَ أَضْعَفَ مِنْ لَمَعَانِ سَابِقِهِ. كَمَا وَرَدَ فِي تَسْجِيلَاتِهِمْ أَنَّهُ فِي عَامَ 1006م، لَاحَظُوا تَأَلَّقَ نَجْمٍ فِي كَوْكَبَةِ (الذُّبِّ)؛ وَقَدْ دَامَ تَأَلَّقُهُ لِفَتْرَةٍ طَوِيلَةٍ.

وَقَدْ سَجَّلَ نَفْسَ الْمُلَاحَظَةِ، وَفِي ذَاتِ السَّنَةِ، فَلَكَيُو مِصْرَ وَإِيطَالِيَا وَسُوسِرَا. كَمَا سَجَّلُوا لَنَا فِي عَامَ 1054م، رُؤْيَتَهُمْ لِنَجْمٍ كَانَ يَتَأَلَّقُ بِشِدَّةٍ فِي كَوْكَبَةِ (بُرْجِ الثَّوْرِ)، حَتَّى إِنَّ لَمَعَانَهُ فَاقَ لَمَعَانَ كَوْكَبِ (الرُّهْرَةِ) بَعْدَ مَرَّاتٍ، الْأَمْرُ الَّذِي كَانَ يَسْمَحُ لِلنَّاسِ بِرُؤْيِيهِ فِي وَضَحِ النَّهَارِ، كَمَا كَانُوا يَرَوْنَ فِي اللَّيْلِ السَّادِمِ الْمُحِيطَ بِهِ، وَالَّذِي كَانَ يَسْتَضِيءُ بِنُورِ ذَلِكَ النَجْمِ. وَقَدْ ظَلَّ النَّاسُ يَرَوْنَهُ، وَهُوَ عَلَى تِلْكَ الدَّرَجَةِ مِنَ اللَّمَعَانِ، لِمُدَّةِ ثَلَاثَةِ أَسابيعَ، حَيْثُ ضَعْفَ بَرِيقُهُ بَعْدَ ذَلِكَ، إِنَّمَا ظَلَّ يُرَى بِالْعَيْنِ الْمُجَرَّدَةِ لَيْلًا لِمُدَّةِ عَامَيْنِ. وَعُلَمَاءُ الْفَلَكَ، الْيَوْمَ، لَا زَالُوا يَرَوْنَهُ بِمَرَايِبِهِمْ عَلَى شَكْلِ نَجْمِ أَرْزَقٍ، يُحِيطُ بِهِ سَدِيمٌ غَازِيٌّ كَثِيفٌ مُتَلَبِّدٌ، يَتَمَدَّدُ بِسُرْعَةِ (4.5) مِلَايِينَ كَم فِي السَّاعَةِ، وَقَدْ دَعَا ذَلِكَ السَّدِيمُ بِاسْمِ (سَدِيمِ الْكُبُورِيَا).

وَفِي عَامَ 1181م، سَجَّلَ الصِّيُنِّيُّونَ وَالْيَابَانِيُّونَ رُؤْيَتَهُمْ لِنَجْمٍ تَأَلَّقَ فِي كَوْكَبَةِ (ذَاتِ الْكُرْسِيِّ)؛ وَقَدْ دَامَ تَأَلَّقُهُ فِتْرَةً ثُمَّ اخْتَفَى عَنْ أَبْصَارِهِمْ بَعْدَهَا.

وَفِي عَامَ 1572م، تَمَكَّنَ الْفَلَكَيُّونَ مِنْ رَصْدِ نَجْمٍ مُتَعَجِّرٍ. كَمَا تَمَكَّنُوا فِي عَامَ 1604م، مِنْ رَصْدِ نَجْمٍ مُتَعَجِّرٍ آخَرَ، وَكَانَ هَذِهِ الْمَرَّةَ أَحَدَ نُجُومِ مَجَرَّتِنَا.

وَقَدْ تَمَكَّنَ الْعُلَمَاءُ، فِيمَا بَعْدُ، مِنْ رَصْدِ (سَدِيمِ

بَعْضُهَا لِلْحَفَظَاتِ قَصِيرَةٍ، ثُمَّ لَا تَلْبَثُ أَنْ تُحْدِثَ رَدَّةً فِعْلٍ مُرِيعَةً وَخَاطِفَةً، تُشَارِكُ فِيهَا كُلُّ الطَّاقَاتِ النَّوَوِيَّةِ الْقَائِمَةِ فِي بَاطِنِ هَذَا النَجْمِ؛ وَهُنَا يَحْدُثُ فِي الْقِسْمِ الْخَارِجِيِّ مِنَ النَجْمِ انْفِجَارٌ مُرَوِّعٌ، يَضَعُ نُقْدِيرُ طَاقَتِهِ بِالْأَرْقَامِ، يَحْمِلُ مَعَهُ كُلُّ الْقِسْمِ الْخَارِجِيِّ، الَّذِي يُشَكِّلُ دِنَارَ النَجْمِ، إِلَى الْفَضَاءِ الْمُحِيطِ بِذَلِكَ النَجْمِ، مُحَوِّلًا الدِنَارَ إِلَى سَدِيمٍ يَأْخُذُ بِالتَّمَدُّدِ بِسُرْعَةِ (4.5) مِلَايِينَ كَم فِي السَّاعَةِ الْوَاحِدَةِ، مُرْسِلًا شَارَاتٍ لَاسِلِكِيَّةٍ قَوِيَّةً تَسْتَطِيعُ أَنْ تَبْلُغَ مَرَاصِدَنَا، بَعْدَ قَطْعِهَا مِلَايِينَ السِّنِينَ الضَّوئية. أَمَّا بَاطِنُ النَجْمِ فَيَتَحَوَّلُ إِلَى نَجْمِ أَرْزَقٍ، يُنِيرُ قَلْبَ ذَلِكَ السَّدِيمِ، الْمُحِيطِ بِهِ، بِبَرِيقٍ يَفُوقُ بَرِيقَ الشَّمْسِ بِحَوَالِي (8000) مَرَّةً. وَمَعَ الزَّمَنِ، يَتَحَوَّلُ ذَلِكَ النَجْمُ الْأَرْزَقُ إِلَى قَرَمٍ أَيْبَضَ، لِتَنْتَهِيَ حَيَاتُهُ، فِيمَا بَعْدُ، كَمَا تَنْتَهِي حَيَاةُ أَشْبَاهِهِ مِنَ الْأَقْرَامِ.

وَيَأْتِي الصِّيُنِّيُّونَ فِي طَلِيعَةِ شُعُوبِ الْعَالَمِ مِنْ حَيْثُ اهْتِمَامُهُمْ بِمُلَاحَظَةِ النُّجُومِ الْمُتَعَجِّرَةِ، وَتَسْجِيلِ الْأَحْدَاثِ الَّتِي كَانَتْ تُرَافِقُ كُلَّ انْفِجَارٍ نَجْمِيٍّ مِنَ الانْفِجَارَاتِ الَّتِي وَقَعَتْ أَعْيُنُهُمْ عَلَيْهَا وَتَابَعُوهَا. وَدَعَا مِثْلَ تِلْكَ النُّجُومِ بِاسْمِ (النُّجُومِ الرَّائِرَةِ)؛ إِذْ كَانَتْ الْفِتْرَةُ الَّتِي تَفْصِلُ بَيْنَ ظُهُورِهَا مُتَأَلِّقَةً وَبَيْنَ اخْتِفَاءِ نُورِهَا عَنْ أَبْصَارِهِمْ تَتَرَاوَحُ بَيْنَ أَسابيعَ وَسِنِينَ، وَلَآنَهُمْ لَمْ يَكُونُوا يَعْرِفُونَ سِرَّ تَوَهُّجِ تِلْكَ النُّجُومِ ثُمَّ انْطِفَائِهَا، وَاعْتَقَدُوا أَنَّهَا نُجُومٌ كَانَتْ تَقُومُ بِحَوْلَةٍ عَابِرَةٍ فِي السَّمَاءِ، وَأَنَّهَا حِينَ كَانَتْ تُقْبَلُ نَحْوُهُمْ زَائِرَةً، يَزْدَادُ تَوَهُّجُهَا وَبَرِيقُهَا، وَأَنَّهَا حِينَ تُدْبِرُ عَنْهُمْ، يَتَضَاعَلُ ذَلِكَ التَّوَهُّجُ وَالْبَرِيقُ، شَيْئًا فَشَيْئًا، حَتَّى تَخْرُجَ عَنْ مَدَى رُؤْيَتِهِمْ لَهَا.

وَمِنْ أَقْدَمَ مَا وَصَلَ إِلَى أَيْدِينَا، مِمَّا سَجَّلُوهُ عَنْ تِلْكَ النُّجُومِ، وَصَفَهُمْ لِلنَجْمِ الَّذِي رَأَوْهُ فِي كَوْكَبَةِ (قَنْطُورِسَ)، وَكَيْفَ أَنَّهُ كَانَ مِنْ أَكْثَرِ أَجْرَامِ السَّمَاءِ لَمَعَانًا بَعْدَ الشَّمْسِ وَالْقَمَرِ، إِلَّا أَنَّ نُورَهُ أَخَذَ يَضَعْفُ شَيْئًا فَشَيْئًا حَتَّى اخْتَفَى عَنْ

الثُّقُوبُ السَّوَدَاءُ

هِيَ نُجُومٌ قَزَمَةٌ خَلَفَتْهَا النُّجُومُ الْمُتَفَجِّرَةُ مِنْ نَوْعٍ مَا فَوْقَ الْجَدِيدَةِ (السُّوبرنوفا)؛ وَلَكِنَّ شِدَّةَ الانفجارِ حَوَّلَتْ ذَلِكَ الْقَزَمَ إِلَى جُزْمٍ دَقِيقِ الْحَجْمِ، مَسْحُوقِ الذَّرَاتِ، هَائِلِ الْكثَافَةِ، أَسْوَدَ اللَّوْنِ، تَفُوقُ سُرْعَةَ جَذْبِهِ لِلْأَجْرَامِ الْمُحِيطَةِ بِهِ سُرْعَةَ الضَّوءِ، لِذَا فَإِنَّ الضَّوءَ لَا يُفْلِتُ مِنْ قَبْضَةِ يَدِهِ، وَهَذَا سِرُّ سَوَادِهِ. وَقَدْ تَبَيَّنَ أَنَّ جَمِيعَ الْأَجْرَامِ الَّتِي يَجْذِبُهَا إِلَيْهِ، مِنْ نُجُومٍ قَرِيبَةٍ مِنْهُ وَغَيْرِهَا، تَنْسَحِقُ ذَرَاتُهَا فَوْرَ وُصُولِهَا إِلَيْهِ، وَانْدِمَاجُهَا فِيهِ، دُونَ أَنْ تُخَلِّفَ أَثَرًا فِي حَجْمِهِ أَوْ شَكْلِهِ. وَيَحْدُثُ فِي النُّجُومِ التَّوَائِمِ أَنْ يَنْفَجِرَ النَّجْمُ الْقَزَمُ، مُتَحَوِّلًا إِلَى ثَقْبٍ أَسْوَدَ **Black hole**؛ وَعِنْدَهَا يَنْجَذِبُ التَّوَهُّمُ الْكَبِيرُ أَوْ الْعَمَلَاقُ، بِأَسْرَعٍ مِنَ الضَّوءِ، نَحْوَ ذَلِكَ الثَّقْبِ، لِيَتَلَاشَى فِيهِ بَعْدَ سَحْقِهِ.

السَّرَطَانُ) الَّذِي يَقَعُ عَلَى بُعْدِ (6000) سَنَةٍ ضَوْئِيَّةً عَنَّا، فَتَبَيَّنَ لَهُمْ أَنَّهُ سَدِيمٌ مُمَرَّقٌ، يَتِمَدَّدُ بِسُرْعَةٍ (13000) كم فِي الثَّانِيَةِ، مُصْدِرًا تَبْصَاطٍ رَاقِئِيَّةً شَدِيدَةً؛ وَأَنَّهُ بَقَايَا النَّجْمِ الَّذِي رَأَى الصَّيِّثُونَ انفجارَهُ عَامَ 1054م؛ وَأَنَّهُ لَيْسَ مِنْ نَوْعِ النُّجُومِ الْجَدِيدَةِ، وَإِنَّمَا كَانَ مِنْ نَوْعِ النُّجُومِ الْمُتَفَجِّرَةِ مَا فَوْقَ الْجَدِيدَةِ (سُوبرنوفا)، مِثْلُهُ فِي ذَلِكَ مِثْلُ النُّجُومِ الَّتِي شُوهِدَ انفجارُهَا فِي أَعْوَامِ 1006م، 1572م، وَ1604م.

وَفِي شَهْرِ شَبَاطٍ مِنْ عَامِ 1987م، شَاهَدَ عُلَمَاءُ الْفَلَكِ بِمَرَايِبِهِمْ انفجارَ نَجْمٍ فِي الْمَجَرَّةِ الْمُسَمَّاةِ (سَحَابَةُ مَا جَلَّانَ الْكُبْرَى) الَّتِي تَقَعُ فِي سَمَاءِ نِصْفِ الْكَرَةِ الْجَنُوبِي، مُقَابِلَ مَجَرَّتِنَا، وَأَقْرَبُهَا إِلَيْنَا، وَالَّتِي تَبْعُدُ عَنَّا مِقْدَارَ (170.000) سَنَةٍ ضَوْئِيَّةٍ، وَهَذَا يَعْنِي أَنَّ مَا رَأَاهُ الْعُلَمَاءُ هُوَ الْخَدَثُ الَّذِي وَقَعَ فِي هَذِهِ الْمَجَرَّةِ مُنْذُ (170.000) سَنَةٍ ضَوْئِيَّةٍ.



هَرْمُ نَجْمٍ وَمَوْتُهُ الْمُصْحُوبُ بِالسُّطُوعِ يُرَيَانِ فِي صَوْرَتَيْنِ لِلْبُقْعَةِ ذَاتِهَا مِنْ غَيْمَةِ مَا جَلَّانَ الْكُبْرَى، تَفَصُّلُ بَيْنَهُمَا شَهْرًا قَلِيلًا. إِنَّ النَّجْمَ السَّلَفَ (قَبْلَ) وَهُوَ عَمَلَاقٌ أَزْرَقٌ صَحْمٌ اسْمُهُ (Sanduleak - 202) كَانَ أَشَدَّ سَطُوعًا مِنَ الشَّمْسِ بِ (800000) مَرَّةٍ، وَقَدْ وَصَلَ هَذَا الْمُسْتَعْمِرُ فِي أَيَّامِ سَطُوعِهِ الْعَظِيمِ (فِي آيَارِ 1987 م) إِلَى 200 مِلْيُونِ مَرَّةٍ مِنْ سَطُوعِ الشَّمْسِ (بَعْدَ).



الكتلة: 10^{31} كيلوغرام
نصف القطر: 20 كيلومتر
زمن التبخّر: 10^{67} سنة

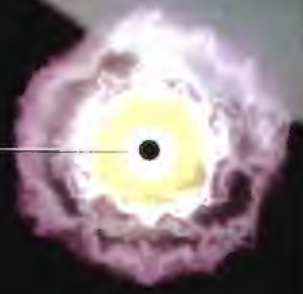
يُنظر إلى الثقوب السوداء في فيزياء النجوم على أنها أجسام كبيرة انهيارت تحت تأثير ثقلها الذاتي. وعندما تسقط المادة في هذه الثقوب، فإنها تعمل وكأنها معامل مائية كهربائية كونية، مُطلقة طاقة كامنة ثنائية، تُمثل مصدر الطاقة الوحيد الذي يُمكنه تفسير نافورات الأشعة السينية والغازات التي يراها الفلكيون مُعلقة في المنظومات السماوية على غرار المنظومة الثنائية المعروضة هنا.

ماذا يحدث لو سقط رائد الفضاء في ثقب أسود؟ إن مصيره يتوقف على النظرية التي تحكم الثقب، فطبقاً لنظرية النسبية العامة، سيُشعرُ بالانعدام الوزني خلال رحلته حتى عندما يدخل حدود الثقب ويخترقه. كل شيء موجود حوله مباشرةً سيسقط مباشرة داخل الثقب أيضاً، ومن ثم لا يوجد سبب يجعله يشك في غرابته أي شيء.



بروتون

ثقب أسود



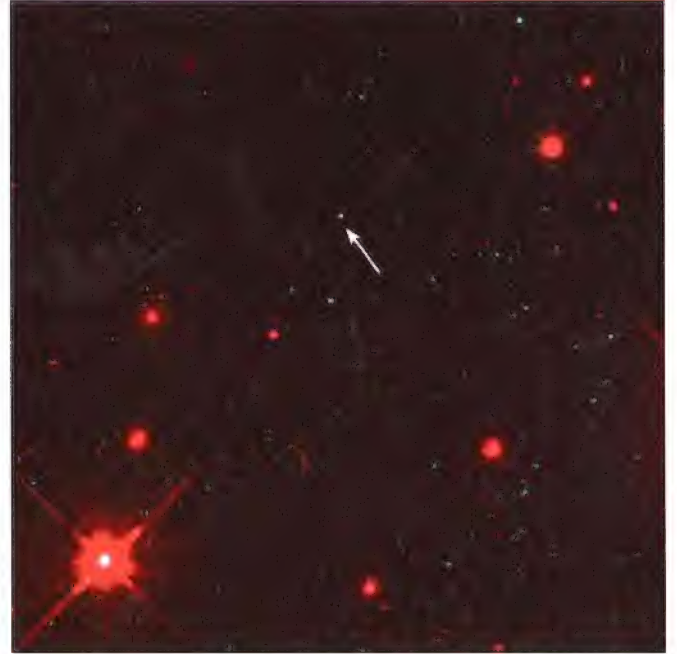
الكتلة: 10^{23} كيلوغرام
نصف القطر: 10^{19} متر
زمن التبخّر: 10^{26} ثانية

للتحجب السوداء الميكروية كتل تصل كتلة كويكب كبير، ويُمكن أن تكون هذه الثقوب قد تولدت من انهيار المادة بعيد الضربة الكبرى. كما يُمكن أن تنشأ عن تصادم جسيمات ذات طاقة عالية في كوننا الحالي، وذلك إذا كان للفضاء أبعاد إضافية. وبدلاً من أن تبلغ المادة، فإنها تُصدر إشعاعاً وتتفكك بسرعة.

وبينما لا يزيد بعض علماء الفلك على هذا القول شيئاً، يرى غيرهم أن هذا الثقب الأسود ما هو إلا أنبوب دقيق، يُحوّل إليه النجم القزم؛ وبدأية ذلك الأنبوب هو الثقب الأسود الذي نراه بالمراقب، أما نهايته فمفتوحة على جهة أخرى من الكون على شكل ثقب أبيض. وأن الأجسام التي تنسحق وتُظلم حين دخولها ذلك الثقب الأسود، تخرج من طرفه الثاني، حيث الثقب الأبيض، وقد استعادت كيانها ونورها من جديد.

وعلى هذا الأساس، يُمكن تشبيه الثقب الأسود ببرزخ ننقل فيه الأجرام بين عالمين: عالم تدخله مسحوقه مميّة مظلمة، لتخرج بعد مرورها فيه إلى العالم الآخر مشرقة بالبهجة والتور.

النُّجُومُ النِّيُوتْرُونِيَّةُ



صورة أول نجم نيوتروني

وهذَّار، ومُفاجئ، إلى دَفْعِ طَبَقَاتِ النَّجْمِ نَحْوَ مَرْكَزِهِ بِسُرْعَةٍ هَائِلَةٍ كَمَا يَحْدُثُ فِي كُرَةِ مَطَّاطِيَّةٍ رَقِيقَةٍ عِنْدَمَا تُثَقَّبُ بِثَقْبٍ كَبِيرٍ وَهِيَ فِي أَفْصَى حَالَاتِ انْتِفَاحِهَا. وَبِلَحْظَةٍ قَصِيرَةٍ، نَجِدُ أَنَّ جَمِيعَ الْعَنَاصِرِ الْمُركَّبَةِ لِلنَّجْمِ قَدْ تَدَاخَلَتْ مَعَ بَعْضِهَا، ضَاطِعَةً ضَغْطًا هَائِلًا عَلَى نَوَاتِهِ؛ وَعِنْدَهَا تَحْدُثُ رَدَّةُ فِعْلٍ مُرِيعَةٌ خَاطِفَةٌ، تُشَارِكُ فِيهَا كُلُّ الطَّاقَاتِ النُّوَوِيَّةِ الْقَائِمَةِ فِي بَاطِنِ النَّجْمِ، يَنْتُجُ عَنْهَا انفِجَارٌ مُرَوِّعٌ، مِنَ الصَّغْبِ أَنْ تُحَدِّدَ طَاقَتُهُ بِالْأَرْقَامِ، يُمَزَّقُ الْغِلَافُ الْخَارِجِيُّ لِلنَّجْمِ، مُلْقِيًا بِهِ فِي الْفَضَاءِ عَلَى شَكْلِ سَدِيمٍ يَأْخُذُ بِالتَّمَدُّدِ بِسُرْعَةٍ (4.5) مَلَايِينَ كَمِ فِي السَّاعَةِ الْوَاحِدَةِ حَوْلَ النَّجْمِ الْأَزْرَقِ السَّاطِعِ الَّذِي

- 1 يَظُنُّ أَنَّ مُعْظَمَ النُّجُومِ النُّوَوِيَّةِ تَبْدَأُ كَنُجُومٍ ضَخْمَةٍ، لَكِنْ عَادِيَّةٍ، بِكَتْلٍ تَقَعُ بَيْنَ (8 - 20 مَرَّةً) كِتْلَةِ الشَّمْسِ.
- 2 تَنْتَهِي حَيَاةُ هَذِهِ النُّجُومِ الضَّخْمَةِ بِانْفِجَارٍ مُسْتَعِرٍ أَعْظَمِيٍّ مِنَ النُّوعِ الثَّانِي، عِنْدَمَا يَتَحَوَّلُ قَلْبُ النَّجْمِ إِلَى كُرَةٍ كَثِيفَةٍ مِنَ الْجِسْمِيَّاتِ الْأَوَّلِيَّةِ (دُونِ الذَّرِيَّةِ).



وَهِيَ نُجُومٌ تُخَلِّفُهَا مِنْ بَعْدِهَا النُّجُومُ الَّتِي دَعَوْنَاهَا بِـ (الْمُتَجَدِّدَاتِ الْكُبْرَى) حِينَ تُؤَدِّي التَّفَاعُلَاتُ النُّوَوِيَّةُ، مَعَ ارْتِفَاعِ الْحَرَارَةِ فِي بَاطِنِهَا حَتَّى (2000) مِلْيُونِ دَرَجَةِ مِثْوِيَّةٍ، إِلَى دَمِجِ (إِلِكْتْرُونَاتِ) ذَلِكَ النَّجْمِ (بِپروتُونَاتِهِ)، لِيَنْشَأَ عَنْ ذَلِكَ سَيْلٌ ضَخْمٌ مِنَ (النِّيُوتْرُونَاتِ) تَفِيضُ عَنْ اسْتِيعَابِهِ، فَيَدْفَعُ بِجُزْءٍ كَبِيرٍ مِنْهَا فِي الْكَوْنِ الْمُحِيطِ بِهِ عَلَى شَكْلِ طَاقَةٍ جَيَاشَةٍ.

وَعِنْدَمَا تَصِلُ حَرَارَةُ بَاطِنِ النَّجْمِ إِلَى (7000) مِلْيُونِ دَرَجَةِ مِثْوِيَّةٍ، نَجِدُ أَنَّ جَمِيعَ الْعَنَاصِرِ الثَّقِيلَةِ الْمُتَبَقِّيَةِ فِي النَّجْمِ تَتَعَرَّضُ لِتَفَاعُلٍ نُوَوِيٍّ يُحَوِّلُهَا إِلَى عَنَاصِرٍ خَفِيفَةٍ جَدًّا، فَيَضْطَرُّ النَّجْمُ عِنْدَهَا إِلَى الْإِنْكِمَاشِ بِشِدَّةٍ، وَإِلَى اسْتِعَادَةِ كُلِّ الطَّاقَةِ الَّتِي أَطْلَقَهَا حَوْلَهُ فِي الْكَوْنِ عَلَى شَكْلِ (نِّيُوتْرُونَاتٍ) خِلَالَ مَلَايِينَ السَّنِينَ.

وَتُؤَدِّي عَوْدَةُ (النِّيُوتْرُونَاتِ) إِلَى النَّجْمِ بِشَكْلِ خَاطِفٍ،

الْمُتَجَدِّدَاتُ (النُّجُومُ الْمُتَجَدِّدَةُ)

عِنْدَمَا كَانَ الْفَلَائِكِيُّونَ قَدِيمًا يَرَوْنَ بِمَرَاقِبِهِمُ الْبَسِيطَةِ نَجْمًا لَمْ يَكُونُوا قَدْ رَأَوْهُ مِنْ قَبْلِ قُرْبِ نَجْمٍ كَانَ قَدْ تَمَّ رَصْدُهُ مِنْ قِبَلِهِمْ، كَانُوا يَعْتَقِدُونَ أَنَّ مَا رَأَوْهُ إِنَّ هُوَ إِلَّا نَجْمٌ مَيِّتٌ وَقَدْ جَدَّدَ حَيَاتَهُ. لِذَا دَعَوْهُ وَأَمَثَلَهُ مِنَ النُّجُومِ بِاسْمِ (الْمُتَجَدِّدَاتِ).

وَلَمَّا تَطَوَّرَتِ الْمَرَاقِبُ الْفَلَائِكِيَّةُ، تَبَيَّنَ أَنَّ أَمَثَالَ تِلْكَ النُّجُومِ هِيَ نَجُومٌ نَابِضَةٌ بِالْحَيَاةِ وَلَكِنَّهَا قَرَمَةٌ، وَأَنَّهَا تَوَاقِمُ لِنُّجُومٍ عَمَالِقَةٍ، لِذَا لَمْ يَكُونُوا يَسْتَطِيعُونَ رُؤْيَهَا إِلَّا بَعْدَ أَنْ كَبَّرَ حَجْمُهَا، حِينَ تَغْدَتْ بِالْمَادَّةِ الَّتِي كَانَتْ تَطْرَحُهَا النُّجُومُ الْعَمَالِقَةُ عِنْدَ مُسْتَوَى خَطِّ اسْتَوَائِهَا، كَيْ لَا يَصْغُرَ حَجْمُهَا تَحْتَ ضَغْطِ ثِقَلِهَا، وَتَحْتَ تَأْثِيرِ التَّفَاعُلَاتِ النَّوَوِيَّةِ الَّتِي تَنْشَطُ فِي حَالَةِ انْكِمَاشِهَا، فَتَغْدُو بِحَجْمِ الْكَوْكَبِ (عُطَارِدِ)، ثُمَّ تُصْبِحُ بِحَجْمِ كُرَةِ الْقَدَمِ، ثُمَّ بِحَجْمِ حَبَّةِ الْحُمُصِ إِذَا لَمْ تَتَخَلَّ بِاسْتِمْرَارٍ عَنْ مَادَّتِهَا الرَّائِدَةِ فِيهَا. وَذَلِكَ حَسَبَ رَأْيِ الْعَالِمِ الْفَلَائِكِيِّ (شَانْدَرِ أَسِيخَارِ) كَمَا مَرَّ مَعَنَا سَابِقًا.

يَكُونُ قَدْ نَتَجَ عَنْ عَمَلِيَّةِ الْمَخَاضِ هَذِهِ، وَالَّذِي حَمَتُهُ كَثَافَتُهُ الشَّدِيدَةُ مِنْ أَنْ يَنْفَجِرَ هُوَ الْآخَرُ وَتَتَطَايَرُ شَطَائِهَا.

وَلَمَّا كَانَ مُجْمَلُ كُتْلَةِ هَذَا النَّجْمِ مُؤَلَّفَةً مِنَ (النُّيُوتْرُونَاتِ)، فَقَدْ دُعِيَ، هُوَ وَأَمَثَالُهُ، (النُّجُومُ النُّيُوتْرُونِيَّةُ) Neutron stars.

وَتَتَصِفُ هَذِهِ النُّجُومُ بِدَوْرَانِهَا السَّرِيعِ حَوْلَ مِحْوَرِهَا، وَبِأَنَّ سَطُوعَهَا فَائِقٌ لِلْعَايَةِ، لِدَرَجَةِ أَنَّهَا تُنِيرُ كُلَّ السَّيْدِيمِ الْمُتَنَشِّرِ حَوْلَهَا بِالْوَانِ زَاهِيَةٍ مُزْرَكَشَةٍ؛ كَمَا تَبْعَثُ فِي كُلِّ ثَانِيَةٍ بِنَبْضَاتٍ قَوِيَّةٍ، تَسْتَقْبِلُهَا الْمَرَاصِدُ الْأَرْضِيَّةُ الرَّادِيَوِيَّةُ بِوُضُوحٍ. وَهَذَا مَا دَعَا الْعُلَمَاءَ لِتَسْمِيَتِهَا بِـ (النُّجُومِ النَّابِضَةِ) Pulsars أَيْضًا.

5^A يَبْرُدُ الْمَغْنِتَارُ الْمُتَقَدِّمُ فِي الْعُمُرِ، وَتَسْعَى مِغْنَاتِيَّتُهُ إِلَى الزَّوَالِ. وَهُوَ يَبْتُ قَدْرًا ضَعِيفًا جَدًّا مِنَ الطَّاقَةِ.



4^A يَسْتَقِرُّ الْمَغْنِتَارُ فِي طَبَقَاتٍ دَقِيقَةٍ، تَلْتَوِي فِي دَاخِلِهَا خُطُوطُ الْحَقْلِ الْمِغْنَاتِيْسِيِّ وَتَكُونُ مُنْتَظِمَةً فِي الْخَارِجِ. وَقَدْ يُصْدِرُ النَّجْمُ جُزْءَةً ضَعِيفَةً مِنَ الْمَوْجَاتِ الرَّادِيَوِيَّةِ.



3^A إِذَا كَانَ النَّجْمُ النَّوُوتْرُونِي الْمَوْلُودُ حَدِيثًا يَدُومُ بِسَرْعَةٍ عَالِيَةٍ بِقَدْرِ كَافٍ فَإِنَّهُ يُولِّدُ حَقْلًا مِغْنَاتِيْسِيًّا كَثِيفًا، تَلْتَوِي خُطُوطُهُ دَاخِلَ النَّجْمِ.



5^B يَبْرُدُ النَّجْمُ النَّابِضُ الْمُتَقَدِّمُ فِي الْعُمُرِ، وَيَتَوَقَّفُ عَنْ إِصْدَارِ جُزْمٍ مِنَ الْمَوْجَاتِ الرَّادِيَوِيَّةِ.



4^B يَكُونُ النَّجْمُ النَّابِضُ النَّاظِحُ أَكْبَرَ مِنَ الْمَغْنِتَارِ الَّذِي لَهُ الْعُمُرُ نَفْسُهُ. يُصْدِرُ هَذَا النَّجْمُ جُزْءَةً رَادِيَوِيَّةً عَرِيفَةً يُمَكِّنُ لِلْمَقَارِبِ رَصْدَهَا بِسَهُولَةٍ.



3^B إِذَا كَانَ النَّجْمُ النَّوُوتْرُونِي الْمَوْلُودُ حَدِيثًا يَدُومُ بِيْطَاءٍ، فَعَمَلِي الرَّغْمِ مِنْ أَنَّ حَقْلَهُ الْمِغْنَاتِيْسِيَّ قَوِيٌّ بِالْمَقَايِيسِ الْإِعْتِيَادِيَّةِ، فَإِنَّهُ لَا يَبْلُغُ مُسْتَوَى الْمَغْنِتَارِ.





فَصَائِلُ النُّجُومِ فِي الْمَجَرَّاتِ

بَعْدَ عَمَلِيَّاتِ الرَّصْدِ الطَّوِيلِ وَالدرَاسَةِ الْمُسْتَمِرَّةِ اللَّتَيْنِ قَامَ بِهِمَا الْعَالِمُ الْفَلَكِيُّ (فالتر بادي) لِفَصَائِلِ النُّجُومِ الْمَوْجُودَةِ فِي الْمَجَرَّاتِ، قَدَّمَ فِي عَامِ 1940م درَاسَتَهُ الَّتِي جَاءَ فِيهَا : "إِنَّ جَمِيعَ نُجُومِ الْمَجَرَّاتِ تَدْخُلُ تَحْتَ فَصِيلَتَيْنِ اثْنَتَيْنِ هُمَا : نُجُومُ الْقُرْصِ الْمَجَرِّيِّ، وَنُجُومُ الْهَالَاتِ الْمَجَرِّيَّةِ".

(1) نُجُومُ الْقُرْصِ الْمَجَرِّيِّ :

مُعْظَمُهَا نُجُومٌ شَابَةٌ وُلِدَتْ فِي كُتْلِ الْمَجَرَّاتِ الْحَلَزُونِيَّةِ، كَمَجَرَّتِنَا. وَهِيَ تَتَحَرَّكُ وَتَدُورُ فِي الْمَمَرَّاتِ الرَّئِيسَةِ لِتِلْكَ الْمَجَرَّاتِ عَبْرَ كِمِّيَّاتٍ كَبِيرَةٍ مِنَ الْغَازِ وَالْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ اللَّذِينَ تَأَلَّفَتْ تِلْكَ النُّجُومُ مِنْهُمَا، وَتُشَاهَدُ وَهِيَ تَقُومُ بِحَرَكَاتٍ تَدْوِيمِيَّةٍ عَبْرَ الْأَذْرُعِ الْحَلَزُونِيَّةِ، وَتَتَمَيَّزُ بِلَوْنِهَا الْبَنَفْسَجِيِّ أَوْ الْأَزْرَقِ، الْأَمْرُ الَّذِي يُؤَكِّدُ حَدَاثَةَ تَكْوُنِهَا، وَأَقْلَهَا نُجُومٌ مُتَوَسِّطَةُ الْعُمُرِ أَوْ مُتَقَدِّمَةٌ فِيهِ، يَتَرَاوَحُ بَرِيقُهَا بَيْنَ اللَّوْنِ الْأَبْيَضِ وَالْأَصْفَرِ وَالْأَحْمَرِ، حَتَّى إِنَّنَا نَعْمُرُ أحيانًا عَلَى أَقْرَامٍ بَيَاضَاءَ.



(2) نُجُومُ الْهَالَاتِ الْمَجَرِّيَّةِ :

هِيَ نُجُومٌ قَدِيمَةٌ التَّشَكُّلِ، نَشَأَتْ كُلُّهَا مَعًا، وَفِي وَفْتٍ وَاحِدٍ، فِي الْهَالَاتِ الْمُحِيطَةِ بِالْمَجَرَّاتِ. إِلَّا أَنَّ الْإِخْتِلَافَ

الَّذِي كَانَ قَائِمًا بَيْنَهَا، مِنْ حَيْثُ الْحَجْمُ أَوْ الْكُتْلَةُ وَدَرَجَةُ التَّفَاعُلِ النَّوَوِيِّ فِيهَا، هُوَ الَّذِي أُعْطِيَ هَذِهِ النُّجُومَ مَظَاهِرَ مُتَعَدِّدَةً تُظْهِرُهَا بِمَظْهَرِ النُّجُومِ ذَاتِ الْأَعْمَارِ الْمُخْتَلِفَةِ. وَمِمَّا أَكَّدَ قَدَمَ نُشُوءِ هَذِهِ النُّجُومِ لِلْعَالِمِ (بادي)، خُلُوءُ تِلْكَ الْهَالَاتِ مِنَ الْغَازِ وَالْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ اللَّذِينَ كَوْنَتْ مِنْهُمَا تِلْكَ النُّجُومَ مَادَّتَهَا وَأَجْرَامَهَا؛ مِمَّا لَمْ يُعَدَّ يَسْمَحُ بِنُشُوءِ أَيِّ نَجْمٍ جَدِيدٍ فِي تِلْكَ الْهَالَاتِ.

وَيَغْلِبُ عَلَى هَذِهِ النُّجُومِ النَّوعُ الْمُسَمَّى (الْعَمَالِقَةُ الْحُمْرُ) Red giants كَمَا فِي نَجْمِ (السَّمَاءِ الرَّامِحِ) فِي كَوَكَبَةِ (الْعَوَاءِ)، ثُمَّ (الْأَقْرَامُ الْبَيْضُ). وَإِذَا مَا وَجَدْنَا بَعْضًا مِنَ النُّجُومِ الَّتِي سَاعَدَهَا ظَرْفٌ كَوْنِيٌّ عَلَى بَقَائِهَا فِي مَظْهَرِ الشَّبَابِ، فَإِنَّ الْعَلَائِمَ الَّتِي تُحِيطُ بِهَا الْآنَ تَدُلُّ عَلَى أَنَّهَا فِي طَرِيقِهَا لِلتَّحَوُّلِ إِلَى نُجُومٍ عَمَالِقَةٍ حُمْرَاءَ.

وَلَمَّا جَاءَ الْعَالِمُ الْفَلَكِيُّ (آلان سانديج) الَّذِي كَانَ يَعْمَلُ فِي مَرْصَدِ (بالومار) فِي الْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ، عَدَلَ بَعْضَ الشَّيْءِ فِي نَظَرِيَّةِ (بادي) عَلَى صَوِّهِ الرَّصْدِ الَّذِي كَانَ يَقُومُ بِهِ لِلنُّجُومِ، وَالدرَاسَاتِ الَّتِي كَانَ يُجْرِيهَا حَوْلَهَا. وَبَعْدَ أَنْ تَبَيَّنَ لَهُ أَنَّ نُجُومَ

وَلَمَّا قَامَ عَدَدٌ مِنْ عُلَمَاءِ الْفَلَكَ، وَعَلَى رَأْسِهِمْ (فريد هويل)، الْأُسْتَاذُ فِي جَامِعَةِ (كامبردج) فِي الْمَمْلَكَةِ الْمُتَّحِدَةِ، وَ(مارتن شفارتس شيلد)، أَسْتَاذُ الْفَلَكَ فِي جَامِعَةِ (برنستون) فِي مُقَاتَعَةِ (نيوجرسي) فِي الْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ، يَعْملِيَّاتٍ رَصْدِ نُجُومٍ أَقْرَاصِ الْمَجَرَّاتِ وَهَالاتِهَا، وَجَمْعِ إِخْصَائِيَّاتٍ وَخُطُوطٍ بَيَانِيَّةٍ حَوْلَهَا، تَأَكَّدُ رَأْيِي (آلان سانديج)، وَأَقَرَّ عَلَى مَا جَاءَ فِي دِرَاسَاتِهِ وَتَحَرِّيَاتِهِ الَّتِي قَدَّمْنَاهَا.

تصادم النُّجُوم

مِنْ بَيْنِ جَمِيعِ الطَّرَائِقِ الَّتِي يُمَكِّنُ أَنْ تَنْتَهِيَ بِهَا الْحَيَاةُ عَلَى الْأَرْضِ، رُبَّمَا كَانَ أَكْثَرُهَا إِثَارَةً هُوَ اضْطِدَامُ الشَّمْسِ بِنَجْمٍ آخَرَ. وَإِذَا كَانَتْ الْقَذِيفَةُ الْوَارِدَةُ قَرْمًا أَبْيَضَ - وَهُوَ نَجْمٌ مُفْرِطٌ فِي كَثَافَتِهِ يُكَدِّسُ كُتْلَةً بِقَدْرِ كُتْلَةِ الشَّمْسِ فِي حَجْمٍ يُعَادِلُ وَاحِدًا فِي الْمِئَةِ مِنْ حَجْمِ الشَّمْسِ، فَإِنَّ سُكَّانَ الْأَرْضِ

الْهَالَةِ مُكَوَّنَةٌ عَلَى شَكْلِ عَنَاقِيدِ كُرَوِيَّةٍ. وَجَاءَ فِي تَعْدِيلِهِ: إِنَّهُ مِنْ غَيْرِ الْمَعْقُولِ أَنْ تَكُونَ جَمِيعُ تِلْكَ الْعَنَاقِيدِ الْكُرَوِيَّةِ قَدْ نَشَأَتْ فِي الْهَالَةِ فِي وَقْتٍ وَاحِدٍ. وَلَكِنَّ الشَّيْءَ الَّذِي انْتَهَتْ إِلَيْهِ دِرَاسَاتُهُ يَدُلُّ عَلَى أَنَّ النُّجُومَ الْمَوْجُودَةَ فِي كُلِّ عُنُقُودٍ إِنَّمَا نَشَأَتْ فِي وَقْتٍ وَاحِدٍ، وَلَهَا عُمُرٌ وَاحِدٌ. أَمَّا الْعَنَاقِيدُ الْكُرَوِيَّةُ ذَاتُهَا، فَتَخْتَلِفُ مَوَاعِيدُ نُسُوبِهَا؛ فَبَيْنَمَا نَحْدُ لِبَعْضِهَا بَرِيقًا بِنَفْسِجِيًّا أَوْ أَزْرَقَ يَدُلُّ عَلَى أَنَّهَا عَنَاقِيدُ شَابَّةٌ، نَحْدُ بَرِيقَ بَعْضِهَا الْآخَرِ أَبْيَضَ، مِمَّا يَدُلُّ عَلَى أَنَّهَا عَنَاقِيدُ مُتَوَسِّطَةِ الْعُمُرِ. وَهُنَاكَ عَنَاقِيدُ ذَاتُ بَرِيقٍ أَحْمَرَ يَدُلُّ عَلَى هَرَمِهَا أَوْ تَقَدُّمِهَا فِي الْعُمُرِ.

وَلَمْ يَعْزُرْ (سانديج) عَلَى أَثَرٍ لِلْأَقْرَامِ الْبَيْضَاءِ، لَا كَعَنَاقِيدِ كُرَوِيَّةٍ، وَلَا كَنُجُومٍ دَاخِلَةٍ فِي صُلْبِ الْعَنَاقِيدِ الْكُرَوِيَّةِ الْحُمْرَاءِ. وَمَعَ ذَلِكَ، فَلَمْ يَسْتَبْعِدْ وُجُودَ عَنَاقِيدِ كُرَوِيَّةٍ قَرْمَةٍ، إِنَّمَا يَقْصِدُ أَنْ صَغَرَ حَجْمُهَا قَدْ حَالَ دُونَ رُؤْيَيْهَا حَتَّى بِالْمَرَاقِبِ الضَّخْمَةِ.

وَمِنْ الْأَشْيَاءِ الشَّاذَّةِ الَّتِي وَقَعَ عَلَيْهَا أَثْنَاءَ رَصْدِهِ لِعَنَاقِيدِ الْهَالَةِ، وَوُجُودُ نُجُومٍ بَيْضَاءَ، كَشَمْسِنَا، مُتَوَسِّطَةِ الْعُمُرِ، فِي عُنُقُودٍ بَقِيَّةِ نُجُومِهَا، إِنَّمَا أَكْثَرُ شَبَابًا مِنْهَا أَوْ أَكْثَرُ تَقَدُّمًا فِي الْعُمُرِ، مِمَّا يُخْرِجُهَا عَنْ مَكَانِهَا بَيْنَ نُجُومِ الْعُنُقُودِ الْمُسَاوِيَةِ لَهَا فِي الْكُتْلَةِ.

وَقَدْ تَأَكَّدَ رَأْيِي (سانديج) أَكْثَرَ مِنْ ذِي قَبْلِ، عِنْدَمَا وَجَدَ فِي هَالَةِ مَجَرَّتِنَا نَفْسَ الْعَنَاقِيدِ الْكُرَوِيَّةِ الَّتِي وَجَدَهَا فِي هَالَاتِ الْمَجَرَّاتِ الْأُخْرَى، وَكَانَ لَهَا ذَاتُ النَّسَقِ وَالتَّرْتِيبِ؛ وَلَكِنَّ الشَّيْءَ الْجَدِيدَ الَّذِي وَقَعَ عَلَيْهِ هُوَ وُجُودُ عَنَاقِيدِ كُرَوِيَّةٍ فِي قُرْصِ الْمَجَرَّةِ هَذِهِ الْمَرَّةَ، وَلَكِنَّهَا كَانَتْ قَائِمَةً فِي مَنَاطِقٍ مِنْهُ خَلَتْ مِنَ الْغَازِ وَالْغُبَارِ الْكَوْنِيَّيْنِ، مِمَّا يَدُلُّ عَلَى عَدَمِ إِمْكَانِيَّةِ وِلَادَةِ أَيِّ نَجْمٍ جَدِيدٍ بَيْنَهَا. كَمَا وَجَدَ أَنَّ وَضْعَ هَذِهِ الْعَنَاقِيدِ لَا يَخْتَلِفُ فِي شَيْءٍ عَنِ عَنَاقِيدِ الْهَالَةِ مِنْ حَيْثُ اخْتِلَافُ الْعَنَاقِيدِ الْكُرَوِيَّةِ فِيمَا بَيْنَهَا مِنْ حَيْثُ الْعُمُرِ.



تَصَادُمُ بَيْنِ الشَّمْسِ وَالْقَرَمِ الْأَبْيَضِ
يُسَبِّبُ انْفِجَارَ الشَّمْسِ الَّذِي يُمَاطِلُ
انْفِجَارَ قُبْلَةِ نَوَوِيَّةِ خِرَاطَةِ هَالَةِ.



(2) نُجُومُ الْجُمَهْرَةِ الثَّانِيَةِ :

وَهِيَ نُجُومٌ تُحِيطُ بِالْمَجَرَّةِ مِنْ كُلِّ نَوَاحِيهَا . وَهِيَ تَزْدَادُ بِاتِّجَاهِ الْمَرْكَزِ ، بَيْنَمَا تَقِلُّ بِاتِّجَاهِ الْأَطْرَافِ ؛ وَحَيْثُ تَكُونُ ، نَجِدُ أَنَّ الْغَازَ وَالْغُبَارَ الْكَوْنِيَّ عَلَى أَقَلِّ دَرَجَةٍ مِنَ الْكثَافَةِ ، بِسَبَبِ اسْتِهْلَاكِهَا لَهَا . وَيَنْدُرُ وُجُودُ مِثْلِ هَذِهِ النُّجُومِ دَاخِلَ الْقُرْصِ الْمَجْرِيّ ؛ وَلَكِنَّهَا إِذَا وُجِدَتْ كَانَ الْغَازُ وَالْغُبَارُ الْكَوْنِيَّ قَلِيلاً مِنْ حَوْلِهَا . كَمَا تَتَّصِفُ بِأَنَّهَا لَا تَسْلُكُ مَسَاراً وَاحِداً ، وَإِنَّمَا تَتَحَرَّكُ فِي كُلِّ الْإِتِّجَاهَاتِ ؛ وَقَدْ أُطْلِقَ عَلَيْهَا لِذَلِكَ اسْمُ (النُّجُومِ الْمُتَسَكِّعَةِ) أَوْ (النُّجُومِ الشَّارِدَةِ) .

وَيَفُوقُ عَدَدُ هَذِهِ النُّجُومِ كَثِيراً عَدَدَ نُجُومِ الْجُمَهْرَةِ الْأُولَى ، إِذْ قُدِّرَ عَدْدُهَا بِـ (100 . 000) مِليُونِ نَجْمٍ ؛ بَيْنَمَا لَا يَزِيدُ عَدَدُ نُجُومِ الْجُمَهْرَةِ الْأُولَى عَلَى (1000) مِليُونِ نَجْمٍ . وَيَكُونُ لِمَعَانِ نُجُومِ الْجُمَهْرَةِ الثَّانِيَةِ أَقَلُّ مِنْ لِمَعَانِ نُجُومِ الْجُمَهْرَةِ الْأُولَى . فَفِي الْجُمَهْرَةِ الْأُولَى نَجِدُ نُجُوماً يَفُوقُ لِمَعَانِهَا لِمَعَانَ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ مِليُونِ مَرَّةٍ ، لِأَنَّهَا نُجُومٌ حَدِيثَةٌ فَتِيَّةٌ لَمْ تُنْفَقْ مِنْ رَصِيدِهَا مِنَ الطَّاقَةِ إِلَّا الْقَلِيلَ ، وَإِنْ كَانَتْ تُنْفَقُ شَيْءٌ مِنَ التَّبْدِيرِ ؛ بَيْنَمَا لَا نَجِدُ بَيْنَ نُجُومِ الْجُمَهْرَةِ الثَّانِيَةِ مَا يَفُوقُ لِمَعَانَهُ لِمَعَانَ الشَّمْسِ بِأَكْثَرِ مِنْ (1000) مَرَّةٍ ، لِأَنَّهَا نُجُومٌ أَقْدَمُ ، وَتُنْفَقُ طَاقَتُهَا بِحَذَرٍ وَتَقْتِيرٍ .

وَتَكْثُرُ بَيْنَ نُجُومِ الْجُمَهْرَةِ الثَّانِيَةِ النُّجُومُ الْقَيْفَاوِيَّةُ ، أَيْ ذَاتُ اللَّمَعَانِ الْمُتَغَيِّرِ ؛ وَيَكُونُ تَغْيِيرُ لِمَعَانِهَا سَرِيعاً ، يَتِمُّ خِلَالَ

سَبْعِينَ مَدْعَوِينَ لِمُشَاهَدَةِ عَرْضِ أَلْعَابِ نَارِيَّةٍ لَا مِثْلَ لَهُ . سَيَخْتَرِقُ الْقَزْمُ الْأَبْيَضُ الشَّمْسَ بِسُرْعَةٍ فَوْقَ صَوْتِيَّةٍ تَتَجَاوَزُ (600 كم/ثانية) مولداً موجة صدم شديدة سوف تضغط وتسخن الشمس كلها . لِيَبْلُغَ دَرَجَاتِ حَرَارَةِ أَعْلَى مِنْ تِلْكَ الَّتِي تَحْدُثُ عِنْدَهَا الْانْفِجَارَاتُ النَّوَوِيَّةُ الْحَرَارِيَّةُ .

إِنَّ الرَّأْيَ التَّقْلِيدِيَّ الْقَائِلَ بِأَنَّ تَصَادُمَ نَجْمَيْنِ أَمْرٌ مُسْتَحِيلٌ هُوَ رَأْيٌ خَاطِئٌ ، فَالْتَّصَادُمَاتُ يُمَكِّنُ أَنْ تَحْدُثَ فِي الْحُشُودِ النَّجْمِيَّةِ ، وَبِخَاصَّةٍ فِي الْحُشُودِ الْكُرَوِيَّةِ ، حَيْثُ تَكُونُ كَثَافَةُ النُّجُومِ عَالِيَةً ، وَحَيْثُ تُعَزِّزُ التَّفَاعُلَاتُ التَّاقِلِيَّةُ مِنْ اِحْتِمَالَاتِ حَدُوثِ هَذِهِ التَّصَادُمَاتِ .

الدليل الرّصديّ الرئيس على حدوث هذه التصادمات ذو شقين :

1- هُوَ أَنَّ الْحُشُودَ الْكُرَوِيَّةَ تَحْوِي نُجُوماً تُسَمَّى النُّجُومِ الزَّرْقَاءَ الْمُتَشْرِعُ فِي غَيْرِ نِظَامٍ ، وَأَفْضَلُ تَفْسِيرٍ لَهَا هُوَ أَنَّهَا تَكُونَتْ نَتِيجَةً تَصَادُمَاتٍ .

2- هُوَ أَنَّ الْحُشُودَ الْكُرَوِيَّةَ تَحْوِي عَدَداً هَائِلاً مِنْ مَنَابِعِ الْأَشْعَةِ السَّيْنِيَّةِ ، وَمِنْ الْمُحْتَمَلِ أَيْضاً أَنْ تَكُونُ هَذِهِ الْمَنَابِعُ نَتِيجَةً لِلتَّصَادُمَاتِ النَّجْمِيَّةِ .

تَصْنِيفُ نُجُومِ الْكَوْنِ فِي جُمَهْرَتَيْنِ

قَامَ الْعَالِمُ الْفَلَكِيّ (فَالْتَر بَادِي) بِتَقْسِيمِ النُّجُومِ عَلَى أَسَاسِ تَحَرُّكِهَا فِي الْمَجَرَّاتِ إِلَى جُمَهْرَتَيْنِ : أُولَى وَثَانِيَّةٍ .

(1) نُجُومُ الْجُمَهْرَةِ الْأُولَى :

وَهِيَ الَّتِي عَثَرَ عَلَيْهَا فِي قُرْصِ الْمَجَرَّةِ وَفِي أَذْرُعِهَا ، أَيْ فِي الْمَنَاطِقِ الَّتِي يَكْثُرُ فِيهَا الْغَازُ وَالْغُبَارُ الْكَوْنِيَّ . وَتَتَّصِفُ بِأَنَّهَا تَتَّخِذُ مَدَارَاتٍ مُحَدَّدَةً حَوْلَ مَرْكَزِ الْمَجَرَّةِ ، وَتَنْجِبُ كُلُّهَا فِي دَوْرَانِهَا ذَلِكَ فِي نَفْسِ الْإِتِّجَاهِ .

وإنَّما يُحِيلُ لَوْنَهَا الْأَزْرَقَ أَوْ الْأَبْيَضَ إِلَى لَوْنٍ أَحْمَرَ كَمَا يَفْعَلُ غُبَارُ الْأَرْضِ عِنْدَمَا يَتَوَرَّدُ فِي فَضَائِنَا بَعْدَ شُرُوقِ الشَّمْسِ أَوْ قَبْلَ غُرُوبِهَا، حَيْثُ يُحَوِّلُ لَوْنَهَا الْأَبْيَضَ إِلَى لَوْنٍ أَحْمَرَ.

4. يَزْدَادُ احْمِرَارُ النُّجْمِ كُلَّمَا كَانَ الْغُبَارُ الَّذِي يَحْجُبُهُ

أَكْثَفَ، إِذْ تُصْبِحُ قُدْرَةُ ذَلِكَ الْغُبَارِ عَلَى تَشْيِيتِ الضَّوِّ أَكْبَرَ.

5. مِقْدَارُ امْتِصَاصِ الْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ أَوْ النَّجْمِيِّ لِضَوْءِ

النُّجُومِ مُتَسَاوٍ فِي كُلِّ أَنْحَاءِ الْمَجَرَّةِ.

تَشْيِيتُ الْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ لِضَوْءِ النُّجُومِ

كُلَّمَا كَانَ ضَوْءُ النُّجْمِ أَكْثَرَ مَيْلًا إِلَى الزُّرْقَةِ كَانَ تَشْيِيتُ

الْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ لَهُ أَكْبَرَ؛ وَكُلَّمَا كَانَ ضَوْؤُهُ أَقْرَبَ إِلَى الْحُمْرَةِ

قَلَّ تَشْيِيتُ الْغُبَارِ لَهُ، وَكَانَ أَقْدَرَ عَلَى النُّفُوذِ مِنْ خِلَالِهِ.

وَمِنْ الْأَلْوَانِ الَّتِي يَقِلُّ تَشْيِيتُهَا بِالْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ اللَّوْنُ

الْأَصْفَرُ الَّذِي يَأْتِي، مِنْ حَيْثُ نَفُودُهُ فِي ذَلِكَ الْغُبَارِ، فِي

الدَّرَجَةِ الثَّانِيَةِ بَعْدَ اللَّوْنِ الْأَحْمَرِ.

وَأَشَدُّ الْأَلْوَانِ نُفُودًا فِي الْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ الْأَشِعَّةُ تَحْتَ

الْحُمْرَاءِ. وَهِيَ الْأَشِعَّةُ الَّتِي لَا تَرَاهَا الْعَيْنُ، إِنَّمَا تَتَحَسَّسُ بِهَا

الْوَاخُ التَّصَوِيرِي؛ إِذْ لَا تَحْمِلُ مَعَهَا نُورًا، وَإِنَّمَا تَحْمِلُ مَعَهَا

الْحَرَارَةَ. وَهِيَ الَّتِي مَكَّنَتْ الْعُلَمَاءَ مِنْ مَعْرِفَةِ بَعْدِ النُّجُومِ



الْغُبَارُ الْكَوْنِيُّ الصُّبْرَةُ النُّجُومِ

سَاعَاتٍ، أَيْ إِنَّهَا عَلَى نَسَقِ النُّجْمِ الْمُتَغَيِّرِ الْمَشْهُورِ بِاسْمِ (ر. ر. السَّلْيَاقِ) الْمَوْجُودِ فِي كَوَكَبَةِ (اللُّورَا أَوْ السَّلْيَاقِ).

الْغُبَارُ الْكَوْنِيُّ (الْغُبَارُ النَّجْمِيُّ)

عِنْدَمَا كَانَ عُلَمَاءُ الْفَلَكِ يُحَاوِلُونَ إِجْرَاءَ إِخْصَاءٍ لِنُّجُومِ

السَّمَاءِ وَتَصْنِيفِهَا، كَانَتْ سُحْبٌ مِنَ الْغُبَارِ النَّجْمِيِّ، تَعْبِقُ

عَمَلَهُمْ ذَاكَ كَانَتْ تُشَكِّلُ مَا يُشْبِهُ الضَّبَابَ الْكَثِيفَ الْمُتَقَطِّعَ.

كَمَا لَاحَظُوا أَنَّ بَعْضَ النُّجُومِ الَّتِي اسْتَطَاعَ نُورُهَا اخْتِرَاقَ

تِلْكَ السُّحُبِ كَانَتْ تَبْدُو كَأَنَّهَا نُجُومٌ خَافِتَةٌ وَبَعِيدَةٌ، خِلَافًا

لِوَاقِعِهَا.

وَخَيْرُ نَمُودَجٍ مَرِنِّي لِعُيُونِنَا الْمُجَرَّدَةِ مِنْ تِلْكَ السُّحُبِ

الْقِطْعُ الَّتِي تَبْدُو كَضَبَابٍ مُتَقَطِّعٍ مُظْلِمٍ أحيانًا فِي مَجَرَّتِنَا

الْأَرْضِيَّةِ الَّتِي نَدْعُوهَا (دَرْبُ الثَّيَّانَةِ) أَوْ (الطَّرِيقُ اللَّبَنِيَّةُ).

وَكَثَافَةُ تِلْكَ السُّحُبِ الَّتِي يُؤَلَّفُهَا الْغُبَارُ النَّجْمِيُّ Star

dust فِي أَطْرَافِ الْمَجَرَّاتِ كَانَتْ هِيَ الْمَسْئُولَةُ عَنِ الْإِعْتِقَادِ

الَّذِي سَادَ بَيْنَ عُلَمَاءِ الْفَلَكِ لِفَتْرَةٍ، وَهُوَ أَنَّ مَرَكَزَ الْمَجَرَّاتِ

أَحْفَلُ مِنْ أَطْرَافِهَا بِالنُّجُومِ؛ ثُمَّ تَبَيَّنَ لَهُمْ، فِيمَا بَعْدُ، أَنَّ تِلْكَ

الْحَوَافِي هِيَ الْأُخْرَى تَغْصُ بِالنُّجُومِ الَّتِي كَانَتْ تَحْجُبُهَا عَنَّا

لُطَخٌ كَثِيفٌ مِنَ التُّرَابِ النَّجْمِيِّ. وَكَانَ مِمَّا سَاعَدَهُمْ عَلَى

اِكْتِشَافِ ذَلِكَ تَطَوُّرُ الْمَرَاكِبِ الَّتِي اسْتَطَاعَتْ أَنْ تَنْفِذَ، بِقُدْرَةِ

تَكْبِيرِ عَدَسَاتِهَا، مِنْ خِلَالِ تِلْكَ اللَّطَخِ التُّرَابِيِّ.

وَبَعْدَ دِرَاسَاتٍ مُسْتَمِرَّةٍ وَمُسْتَفِيضَةٍ حَوْلَ التُّرَابِ النَّجْمِيِّ،

تَكَشَّفَتْ حَقَائِقٌ عَلَى غَايَةِ مِنَ الْأَهَمِّيَّةِ مِنْهَا :

1. إِنَّ كُنْثَلَةَ ذَلِكَ الْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ تُعَادِلُ كُنْثَلَةَ نُجُومِ هَذَا

الْكُونِ مُجْتَمِعَةً.

2. تُؤَلَّفُ هَاتَانِ الْكُنْثَلَتَانِ تَكَامُلًا فِيمَا بَيْنَهُمَا، فَالنُّجُومُ

وَلِيدَةُ ذَلِكَ الْغُبَارِ، كَمَا أَنَّ بَعْضَ الْغُبَارِ تَلِدُهُ تِلْكَ النُّجُومُ.

3. وَإِنَّ الْغُبَارَ الْكَوْنِيَّ لَا يُضْعِفُ نُورَ النُّجُومِ فَقَطْ،

المعدني، ونَضَعُ مَسْحُوقَهُ فَوْقَ لَوْحٍ رُجَاجِيٍّ حَتَّى يَغْطِيَهُ، وَنُسَلِّطُ عَلَى الْمَسْحُوقِ ضَوْءًا، نَجِدُ أَنَّ الضَّوْءَ قَدْ سَمَحَ بِرُؤْيَا تِلْكَ الْمَادَّةِ بِالنَّسْبَةِ لِلنَّظَرِ مِنْ تَحْتِ ذَلِكَ اللَّوْحِ الرَّجَاجِيِّ، مِمَّا يَدُلُّ عَلَى أَنَّ الضَّوْءَ قَدْ تَشَتَّتَ فِي ذَرَاتِ ذَلِكَ الْمَعْدِنِ الَّذِي أَصْبَحَ قَادِرًا عَلَى امْتِصَاصِ كَمِيَّةٍ كَبِيرَةٍ مِنْ ذَلِكَ الضَّوْءِ.

وَتَخْتَلِفُ قُدْرَةُ امْتِصَاصِ مَسْحُوقِ الْمَادَّةِ لِلنُّورِ بِاخْتِلَافِ نَوْعِ الْمَادَّةِ الْمَسْحُوقَةِ، وَبِاخْتِلَافِ حَجْمِ دَقَائِقِ تِلْكَ الْمَادَّةِ، أَيْ ذَلِكَ الْمَسْحُوقِ.

فَعِنْدَمَا لَا تَكُونُ الْمَادَّةُ مَعْدِنِيَّةً - أَيْ تَكُونُ عُضْوِيَّةً التَّرَكِيبِ، وَيَكُونُ نِصْفُ قَطْرِ كُلِّ جُزْءٍ مِنَ الْأَجْزَاءِ الدَّقِيقَةِ لِذَلِكَ الْمَسْحُوقِ فِي حُدُودِ (0.000014) سَنْتِيْمِتِرٍ - فَإِنَّ تِلْكَ الْمَادَّةَ الْعُضْوِيَّةَ الْمَسْحُوقَةَ تَسْتَطِيعُ أَنْ تَمْتَصَّ النُّورَ بِمِقْدَارٍ يَزِيدُ (10) آلَافٍ مَرَّةً أَكْثَرَ مِمَّا تَسْتَطِيعُ امْتِصَاصُهُ مَادَّةٌ عُضْوِيَّةٌ

عَنَّا، بِاسْتِثْنَاءِ مَا كَانَ مِنْهَا مَحْجُوبًا بِسُحْبٍ كَثِيفَةٍ مِنْ ذَلِكَ الْغُبَارِ، فَقَدْ ظَلَّ أَمْرٌ قِيَاسٌ بَعْدَهَا غَيْرٌ مُمَكِّنٍ حَتَّى اكْتُشِفَتِ الْأَمْوَاجُ الرَّادَارِيَّةُ الَّتِي تَمَكَّنَتْ مِنْ اخْتِرَاقِ مِثْلِ تِلْكَ السُّحْبِ، وَبُلُوغِ النُّجُومِ الْقَابِعَةِ خَلْفَهَا، ثُمَّ ارْتِدَادِهَا نَحْوَ الْمِرْصَدِ الَّذِي أُرْسِلَتْ مِنْهُ، حَيْثُ أُعِدَّتِ الْآلَاتُ الْمُسْتَقْبِلَةُ لَهَا، وَالَّتِي تَقُومُ أَلْيًا بِحِسَابِ بُعْدِ ذَلِكَ النَّجْمِ الَّذِي بَلَغَتْهُ وَارْتَدَّتْ عَنْهُ.

تَرْكِيبُ الْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ

مِنْ اخْتِلَافِ قُدْرَةِ الْأَجْسَامِ عَلَى امْتِصَاصِ الضَّوْءِ، انْطَلَقَ الْعُلَمَاءُ فِي بَحْثِهِمْ حَوْلَ الْمَادَّةِ الْمُرَكَّبَةِ لِلْغُبَارِ النَّجْمِيِّ. فَمِنْ الْمَعْرُوفِ أَنَّ الْمَعَادِنَ وَالْمَوَادَّ الصُّلْبَةَ إِذَا مَا وُضِعَتْ أَمَامَ جِسْمٍ مُضِيٍّ، حَجَبَتْ ضَوْءَهُ، وَلَوْ كَانَتْ ذَاتَ سُمْكِ ضَبِيلٍ، أَيْ عَلَى شَكْلِ لَوْحٍ مَعْدِنِيٍّ. وَلَكِنَّا عِنْدَمَا نَسْحَقُ ذَلِكَ اللَّوْحَ



الْكَهَارِبِ الْكَوْنِيَّةِ، تَلَازِمُهَا حَيْثُمَا اتَّجَهَتْ وَكَيْفُمَا تَحَرَّكَتْ.

إِضَاءَةُ الْفَضَاءِ الْقَائِمِ بَيْنَ النُّجُومِ

كَانَ الْإِعْتِقَادُ السَّائِدُ أَنَّ مَبْعَثَ الضَّوئِ الَّذِي يَنْعَكِسُ عَلَى السُّدُمِ الْقَائِمَةِ فِيَمَا بَيْنَ النُّجُومِ هُوَ نُورُ النُّجُومِ ذَاتِ اللَّمَعَانِ الْقَوِيَّ. إِلَّا أَنَّ الدَّرَاسَاتِ بَيَّنَّتْ أَنَّ النُّجُومَ الصَّغِيرَةَ هِيَ الَّتِي تُنِيرُ تِلْكَ السُّدُمِ بِسَبَبِ كَثَرَتِهَا الْهَائِلَةِ وَقَلَّةِ عَدَدِ النُّجُومِ اللَّامِعَةِ. فَالنَّجْمُ الْمُسَمَّى (رَاعِي الْجُوزَاءِ) الَّذِي يَقُوقُ لَمَعَانَهُ لَمَعَانِ الشَّمْسِ (10) آلَافِ مَرَّةً، لَا يُشَكِّلُ، هُوَ وَأَمْثَالُهُ، إِلَّا عَدَدًا ضَخِيمًا جَدًّا بَيْنَ نُجُومِ هَذَا الْكُونِ. بَيْنَمَا نَجِدُ أَنَّ الشَّمْسَ

أُخْرَى، نِصْفُ قُطْرِ أَجْزَائِهَا الدَّقِيقَةِ الْمَسْحُوقَةِ (0.44) سَم، عِنْدَمَا تَكُونُ مُورَعَةً عَلَى نَفْسِ الْمِسَاحَةِ، وَيَنْفَسِ الشَّمْسُ. أَمَّا أَجْزَاءُ الْمَادَّةِ الْمَعْدِنِيَّةِ الْمَسْحُوقَةِ فَتَظَلُّ غَيْرَ قَادِرَةٍ عَلَى امْتِنَاصِ الثَّوْرِ إِلَّا عِنْدَمَا يُصْبِحُ نِصْفُ قُطْرِ كُلِّ جُزْءٍ مِنْ مَسْحُوقِهَا بِطُولِ (0.0000044) سَم. وَمَعَ ذَلِكَ فَهِيَ لَا تَسْتَطِيعُ أَنْ تَمْتَصَّ مِنَ الْأَشْعَةِ إِلَّا (3/1) مَا تَمْتَصُّهُ الْأَجْزَاءُ الْمَسْحُوقَةُ مِنَ الْمَوَادِّ الْعُضُويَّةِ وَالْمَوَادِّ الْأُخْرَى غَيْرِ الْمَعْدِنِيَّةِ، وَذَلِكَ حَسَبَ مَا انْتَهَتْ إِلَيْهِ دِرَاسَةُ الْعَالِمِ (غِرْنَشْتِن).

وَعِنْدَمَا يَصْغُرُ نِصْفُ قُطْرِ جُسَيْمَاتِ الْمَادَّةِ فِي السَّحَابَةِ الْكَوْنِيَّةِ، أَيْ فِي السَّيْدِيمِ، حَتَّى تَغْدُو بِحَجْمِ الذَّرَّةِ، فَإِنَّهَا تَقْتَرِبُ لِدَرَجَةٍ كَبِيرَةٍ مِنَ الشَّفَافِيَّةِ الْكَامِلَةِ، وَتَكَادُ تَعْدُمُ فِيهَا الْقُدْرَةُ عَلَى امْتِنَاصِ الضَّوئِ.

كَمَا ذَلَّتِ الْأَبْحَاثُ عَلَى أَنَّ جُسَيْمَاتِ السُّحْبِ الْكَوْنِيَّةِ لَيْسَتْ بِحَجْمِ وَاحِدٍ، كَمَا يَغْلُبُ عَلَى تَرْكِيِبِهَا (الْهَيْدُرُوجِيْنُ) وَ(الْكَرْبُونُ) وَ(الْأُوكْسِجِينُ) وَ(الْأَزُوتُ). بَيْنَمَا نَجِدُ فِيهَا نِسْبَةً قَلِيلَةً مِنَ الْمَعَادِنِ كَ (الْحَدِيدِ) وَ(السِّلِيكُونِ) وَ(الْمَغْنِيسِيُومِ).

وَمِمَّا يَدُلُّ عَلَى وُجُودِ الْمَعَادِنِ فِي تِلْكَ الْجُسَيْمَاتِ أَنَّهَا تَضَطَّفُ بِانْتِظَامٍ، مِمَّا يَدُلُّ عَلَى خُضُوعِهَا لِلْمَجَالِ الْمَغْنَطِيسِيِّ.

وَقَدْ تَمَّ الْإِسْتِدْلَالُ عَلَى ضَالَّةِ كِمِّيَّةِ الْجُسَيْمَاتِ الْمَعْدِنِيَّةِ فِي تِلْكَ السُّدُمِ بِقِيَاسِ قُدْرَتِهَا عَلَى عَكْسِ الضَّوئِ؛ إِذْ تَبَيَّنَ أَنَّ مَا تَعَكِّسُهُ مِنْهُ يَقُوقُ مَا يَعْكِسُهُ التَّلُجُّ مِنْ ذَلِكَ الضَّوئِ، وَهَذَا يَعْنِي أَنَّ مُجْمَلَ ذَرَّاتِ السَّيْدِيمِ تَكَادُ تَكُونُ غَيْرَ مَعْدِنِيَّةٍ.

وَيَتَرَاوَحُ حَجْمُ جُسَيْمَاتِ التُّرَابِ النَّجْمِيِّ بَيْنَ حَجْمِ حَبَّةِ الرَّمْلِ الصَّغِيرَةِ وَبَيْنَ حَجْمِ جُسَيْمَاتِ التُّرَابِ النَّاعِمِ، وَقَدْ تَضُمُّ جُسَيْمَاتٍ أَصْغَرَ مِنْ ذَلِكَ بِكَثِيرٍ.

وَتُحَوِّمُ حَوْلَ جُسَيْمَاتِ التُّرَابِ النَّجْمِيِّ جُزَيْئَاتٌ وَذَرَّاتٌ مِنْ

وَأَمْثَالِهَا الَّتِي تُدْعَى بِالنُّجُومِ مُتَوَسِّطَةِ اللَّمَعَانِ، يَزِيدُ عَدْدُهَا عَلَى عَدَدِ أَشْبَاهِ (رَاعِي الْجُوزَاءِ) بِمِقْدَارِ (10) آلَافِ مَرَّةٍ.

وَعَدَدُ النُّجُومِ الَّتِي يَقِلُّ لَمَعَانُهَا عَنْ لَمَعَانِ الشَّمْسِ، يَزِيدُ عَلَى عَدَدِ الشَّمْسِ وَأَمْثَالِهَا مِنَ النُّجُومِ بِمِثَالِ مِلَايِينِ الْمَرَّاتِ.

وَلِهَذَا كَانَتْ النُّجُومُ الْمُتَوَسِّطَةُ وَالصَّغِيرَةُ مُجْتَمِعَةً تُنِيرُ فَضَاءً مَا بَيْنَ النُّجُومِ وَسُدُمِهِ أَكْثَرَ بِكَثِيرٍ مِمَّا تُنِيرُهُ النُّجُومُ ذَاتِ اللَّمَعَانِ الْكَبِيرِ.

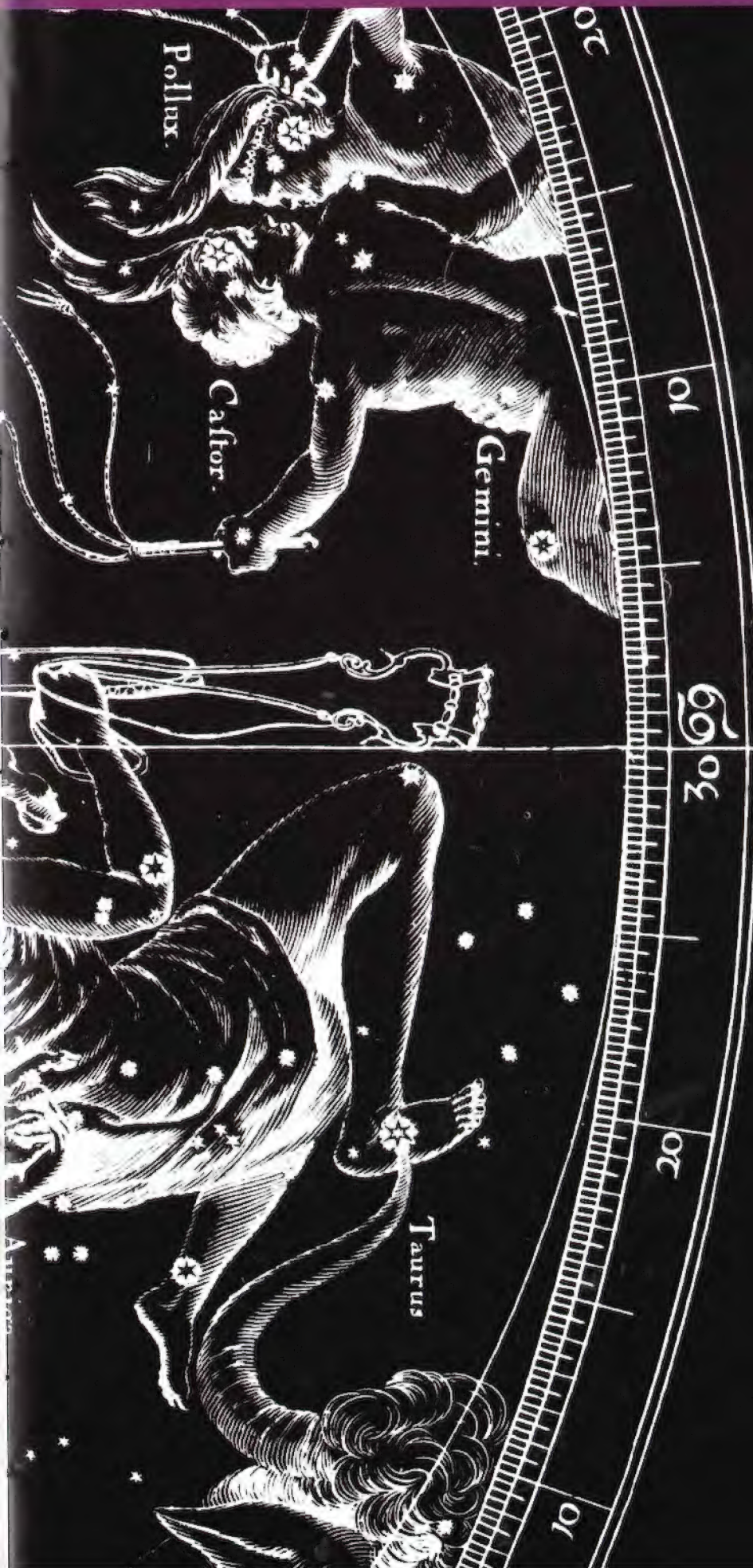


"إنَّ مشهَدَ النُّجُومِ يَجْعَلُنِي دَوِّماً أَرَى أَشْيَاءَ،
تَمَاماً مِثْلَمَا تَجْعَلُنِي النُّقَاطُ الشَّوَدَاءُ عَلَى خَارِطَةِ أَرَى مُدُنًا وَقُرَى،
وإنَّه لَمِنْ الْعَجَبِ أَنْ تَكُونَ هَذِهِ النُّقَاطُ الضَّوئِيَّةُ الْمُتَنَشِّرَةُ عَلَى
الْبُقْعَةِ السَّمَاءِيَّةِ أَكْثَرَ اشْتِعْصَاءً عَلَى الْفَهْمِ مِنْ تِلْكَ النُّقَاطِ الْمَظْلِمَةِ
الْمَوْجُودَةِ عَلَى خَارِطَةِ فِرْنَسَا"

من رسائل (فنسبت فان كوخ)

كوكبات النجوم

- | | |
|----|--|
| 67 | الطَّالِعُ الْمُسْتَقِيمُ لِلنُّجُومِ |
| 67 | اليَوْمُ النَّجْمِيُّ وَالْيَوْمُ الشَّمْسِيُّ |
| 68 | تَحْدِيدُ دَرَجَةِ عَرَضِ نَجْمٍ |
| 68 | تَغْيِيرُ وَجْهِ السَّمَاءِ |
| 69 | تَغْيِيرُ مَوْقِعِ الْقُطْبِ السَّمَاءِيِّ |
| 70 | نُقْطَةُ الْقُطْبِ الْجَنُوبِيِّ |
| 70 | إِحْدَاثَاتُ الْكَرَّةِ السَّمَاءِيَّةِ |
| 71 | مَرَاتِبُ النُّجُومِ |
| 71 | رُؤُوسُ النُّجُومِ |
| 73 | الْبُرُوجُ |
| | تَغْيِيرُ مَوْقِعِ الْقُطْبِ السَّمَاءِيِّ |
| 75 | وَمُبَاكَرَةُ الْإِعْتِدَالَيْنِ |
| 76 | كُوكَبَاتُ السَّمَاءِ الشَّمَالِيَّةِ وَبُرُوجُهَا |
| 92 | كُوكَبَاتُ السَّمَاءِ الْجَنُوبِيَّةِ وَبُرُوجُهَا |



و(أندروميذا أو المرأة المُسلسلة) و(فرساوس أو حامل رأس الغول) و(بيغاسوس أو الفرس الأعظم) و(قيطس أو الوحش البحري أو الحوت الكبير). وخلاصة تلك الملحمة :

كَانَتْ (أندروميذا) فتاةً بَاهِرَةً الْجَمَالِ ، مَمْشُوقَةً الْقَوَامِ ، سَاحِرَةً الْعَيْنَيْنِ ، إِذَا تَحَدَّثَتْ فَتَنَتْ ، وَإِنْ ابْتَسَمَتْ أَسْرَتْ ، وَكَانَتْ أُمُّهَا (كاسيوبية) ، الَّتِي تَجُلُسُ عَلَى كُرْسِيِّ مُؤَلَّفٍ مِنْ نُجُومٍ بِرَاقَةٍ تُشَكِّلُ مَا يُشْبِهُ حَرْفَ (W) ، تُبَاهِي الْكَوْنُ بِجَمَالِ ابْنَتِهَا ، فَأَغْضَبَ ذَلِكَ الْإِلَهَةَ غَضَبًا شَدِيدًا أَخَافَ (قيفاوس) ، وَالِدَ (أندروميذا) ، لِدَرْجَةِ خَشْيِ مَعَهَا أَنْ تَقُومَ الْإِلَهَةُ بِقَتْلِ ابْنَتِهِ ، لِذَا سَارَعَ إِلَى تَقْيِيدِ ابْنَتِهِ بِسِلْسِلَةٍ ، وَشَدَّهَا إِلَى صَخْرَةٍ جَائِمَةٍ فِي مِيَاهِ الْبَحْرِ ، كَيْ يُخَفِّفَ مِنْ غَضَبِ الْإِلَهَةِ عَلَى ابْنَتِهِ الَّتِي دُعِيَتْ مِنْ يَوْمِهَا (المرأة المُسلسلة). وَبَعْدَ أَنْ انْتَهَى مِنْ ذَلِكَ ، وَقَفَ مَعَ زَوْجَتِهِ (كاسيوبية) يَرْقُبَانِ عَنْ كَتَبِ ابْنَتَيْهِمَا ، بِقَلْبٍ يَقْطُرُ مِنْهُ الْأَسَى ، وَتَعْتَصِرُهُ اللَّوْعَةُ ، وَهِيَ تَنْظُرُ إِلَيْهِمَا نَظَرَاتِ الْإِسْتِعْطَافِ وَالتَّوَسُّلِ ، دُونَ أَنْ يَجْرُوا عَلَى فَكِّ قَيْودِهَا ، وَإِطْلَاقِ سَرَاحِهَا .

وَيَبْتَسِمَا هُمَا عَلَى هَذِهِ الْحَالِ ، إِذَا بِي (قيطس) ، وَهُوَ (الوحش البحري أو الحوت الكبير) ، يَتَقَدَّمُ مِنْ ابْنَتَيْهِمَا (أندروميذا) لِيَفْتَرِسَهَا ، تَنْفِيدًا لِأَمْرِ الْإِلَهَةِ . فَيَجْمَدُ الدَّمُ فِي عُرُوقِ الْأَبَوَيْنِ وَالْإِبْنَةِ ، إِذْ لَا قِبَلَ لَهُمْ بِمُوَاجَهَةِ ذَلِكَ الْوَحْشِ الْمُخِيفِ الْمُفْتَرِسِ .

وَفَجأةً يَظْهَرُ (فرساوس) أَوْ (حَامِلُ رَأْسِ الْغُولِ) ، وَهُوَ رَأْسُ السَّاحِرَةِ (ميدوزا الجرجونية) الَّتِي قَضَى عَلَيْهَا لِتُخَلَّصَ النَّاسَ مِنْ سِحْرِهَا الَّذِي كَانَتْ تُحَوِّلُهُمْ بِوَسَاطَتِهِ إِلَى حَجَرٍ .

وَبَرَى (فرساوس) كَيْفَ أَنَّ (قيطس) يَتَقَدَّمُ شَيْئًا فَشَيْئًا مِنْ (أندروميذا) لِيَفْتَرِسَهَا ، فَيَقْفِزُ مِنْ صَهْوَةٍ جَوَادِهِ إِلَى الْأَرْضِ قَفْزَةً سَرِيعَةً يَدُقُّ بِهَا الْأَرْضَ دَقًّا ، مِمَّا أَثَارَ عَاصِفَةً مِنَ التُّرَابِ تَمَثَّلُ الْيَوْمَ فِي مَجْمُوعَةِ مِنَ النُّجُومِ الْخَافِتَةِ تَرَى قُرْبَ (فرساوس) . ثُمَّ يُقَدِّمُ رَأْسَ (الغول ميدوزا) إِلَى (قيطس) كَيْ يُلْهِمَهُ لِفَتْرَةٍ عَنِ افْتِرَاسِ (أندروميذا) طَالِبًا مِنْهُ أَنْ يُحَوِّلَ هَذَا الرَّأْسَ إِلَى قِطْعَةٍ صَخْرٍ .

كوكبات النجوم

Constellations



لِكِنِّي يَتِمُّ حَضْرُ النُّجُومِ ، وَالِاسْتِدْلَالُ عَلَيْهَا ، وَالِاهْتِدَاءُ إِلَى كُلِّ وَاحِدٍ مِنْهَا بِسُهُولَةٍ ، كَانَ لَا بُدَّ مِنْ تَصْنِيفِ كُلِّ عِدَّةٍ نُجُومٍ مُتَقَارِبَةٍ فِي كَوْكَبَةٍ وَاحِدَةٍ ، يُعْطَى كُلُّ مِنْهَا اسْمًا يُمَيِّزُهَا عَنْ غَيْرِهَا .

وَقَدْ أَسْبَغَ الْأَقْدُمُونَ ، مِنْ فَلَكَائِيْنَ وَفَلَاسِفَةٍ وَشُعْرَاءَ ، عَلَى كُلِّ مَجْمُوعَةٍ مِنْ تِلْكَ الْمَجْمُوعَاتِ صِفَةً أَشْخَاصٍ أَوْ طُيُورٍ أَوْ حَيَوَانَاتٍ أَوْ نَبَاتَاتٍ أَوْ أَدَوَاتٍ ، مِثْلُ ذَلِكَ (كَوْكَبَةُ الْجَبَّارِ) وَكَوْكَبَتَا (الدَّبِّ الْأَصْغَرِ وَالدَّبِّ الْأَكْبَرِ) وَكَوْكَبَةُ (بُرْجِ السُّنْبُلَةِ) وَكَوْكَبَةُ (السَّفِينَةِ) وَكَوْكَبَةُ (بُرْجِ الْمِيزَانِ) .

وَقَدْ نَسَجَ الْكُتَّابُ وَالشُّعْرَاءُ الْيُونَانِيُّونَ قِصَصًا كَثِيرَةً حَوْلَ بَعْضِ الْكُوكَبَاتِ ، وَجَعَلُوا مِنَ السَّمَاءِ مَسْرَحًا تَدُورُ فِيهِ أَحْدَاثُ أَسْنَدُوا الْأَدْوَارَ فِيهَا إِلَى أَبْطَالٍ تُمَثِّلُهُمْ تِلْكَ الْكُوكَبَاتُ . كَمَا جَسَدَهَا الرِّسَالُونَ فِي لُوحَاتٍ فَنِيَّةٍ .

وَكَانَ الشَّاعِرُ الْيُونَانِيُّ (لاراتس السولي) ، وَهُوَ مِنْ شُعْرَاءِ الْقُرْنِ الثَّالِثِ قَبْلَ الْمِيلَادِ ، قَدْ قَامَ بِتَأْلِيفِ مَلْحَمَةٍ تُصَوِّرُ الْقِصَّةَ الَّتِي قَامَتْ بِتَجْسِيدِ أَحْدَانِهَا عَلَى الْمَسْرِحِ السَّمَائِيِّ ، كَمَا قَدَّمْنَا ، الْكُوكَبَاتُ السَّتُّ الْمُتَقَارِبَةُ فِي سَمَاءِ نِصْفِ الْكُرَةِ الشَّمَالِيِّ وَهِيَ : (قيفاوس أو المُلتَهَبُ) وَ(كاسيوبية أو ذاتُ الْكُرْسِيِّ)

وَفِيمَا يَقُومُ (قيطس) بِمُحَاوَلَتِهِ هَذِهِ، وَقَدْ غَفَلَ عَنِ (أندروميذا)، يَقْطَعُ (فرساوس) سِلَاسِلَ (أندروميذا) وَيَحْمِلُهَا مَعَهُ عَلَى صَهْوَةٍ جَوَادِهِ، وَيَأْخُذُ بِتَرَاجُعٍ مُتَقَهِّقَرًا، حَيْثُ يَتَعَرَّضُ لِكَمَائِنِ تَنْصِبُهَا لَهُ حَيَوَانَاتٌ بَحْرِيَّةٌ مِنْهَا: (الْحُوتُ أَوِ السَّمَكَتَانِ) وَ(الْحُوتُ الْجَنُوبِيُّ أَوِ السَّمَكَةُ الْجَنُوبِيَّةُ) وَ(الدَّلُّو أَوِ سَاكِبُ الْمَاءِ) الَّذِي أَمْسَكَ يَبِدَ (فرساوس)، وَلَكِنَّهُ أَفْلَتَ مِنْهُ؛ وَتَمَّتْ نَجَاةُ (أندروميذا) عَلَى يَدِ (فرساوس).

وَفِي خَرِيفِ كُلِّ عامٍ، نَسْتَطِيعُ رُؤْيَا كُلِّ تِلْكَ الْكَوَاكِبِ وَالْبُرُوجِ الَّتِي نُسَجِّتُ حَوْلَهَا تِلْكَ الْمَلْحَمَةُ. وَعِنْدَمَا تَغْيُرُ الْأَرْضُ مَوْقِعَهَا فِي الْفَضَاءِ، بِسَبَبِ دَوْرَتِهَا الْإِنْتِقَالِيَّةِ، نُلَاحِظُ أَنَّ أَكْثَرَ تِلْكَ الْكُوكَبَاتِ وَالْبُرُوجِ لَا تَعُودُ تَظْهَرُ فِي سَمَائِنَا خِلَالَ فَصْلَيِ الشِّتَاءِ وَالرَّبِيعِ، وَإِنَّمَا تَظْهَرُ، بِالإِضَافَةِ إِلَى مَا بَقِيَ مِنْهَا ظَاهِرًا لَنَا، كُوكَبَاتٌ وَبُرُوجٌ أُخْرَى مِثْلُ (الْجَبَّارِ) وَ(الْكَلْبِ الْأَكْبَرِ) وَ(الْكَلْبِ الْأَصْغَرِ) وَ(الْأَرْنَبِ) وَ(وَحِيدِ الْقُرْنِ) وَ(بُرْجِ الثَّوْرِ).

وَقَدْ رَسَمَ الشُّعْرَاءُ حَوْلَ هَذِهِ الْكُوكَبَاتِ وَذَلِكَ الْبُرْجِ لَوْحَةً شِعْرِيَّةً تُمَثِّلُ (الْجَبَّارَ) عَلَى هَيْئَةِ صَيَّادٍ مُتَمَنِّطٍ بِحِزَامٍ يَخْطِفُ الْأَبْصَارَ، إِذْ تَنْتَظِمُ فِيهِ ثَلَاثَةُ نُجُومٍ مُضْطَفَّةٍ عَلَى خَطٍّ وَاحِدٍ، وَنَجِدُ حَوْلَ الصَّيَّادِ كِلَابَهُ الَّتِي أَعَدَّهَا لِلصَّيْدِ، وَالْحَيَوَانَاتِ الَّتِي يَسْتَعِدُّ لَصَيْدِهَا مِثْلُ (الْأَرْنَبِ) وَ(الثَّوْرِ).

وَيَسْهُرُ (الثَّوْرُ) بِمَا يُبَيِّنُهُ لَهُ (الْجَبَّارُ) مِنْ أَمْرِ، فَيَخْفِضُ رَأْسَهُ مُعِدًّا قُرُونَهُ الصَّخْمَةَ الصُّلْبَةَ لِمُلَاقَاةِ ذَلِكَ الصَّيَّادِ. وَعِنْدَهَا يَرْفَعُ الصَّيَّادُ - أَيْ (الْجَبَّارُ) - هِرَاوَةً غَلِيظَةً فِي يَدِهِ، مُتَأَهِّبًا لِمُلَاقَاةِ (الثَّوْرِ) وَالبُطْشِ بِهِ.

وَهُنَاكَ مَجْمُوعَةٌ أُخْرَى مِنْ كُوكَبَاتِ السَّمَاءِ، مِثْلُ (السَّفِينَةِ) وَ(الْيَمَامَةِ) وَ(الْغُرَابِ) وَ(الْأَرْنَبِ) وَ(الشُّجَاعِ) - أَيْ الْحَيَّةِ الْمَائِيَّةِ) وَ(الْبَاطِيَةِ - أَيْ فُوهَةِ الْبُرْكَانِ أَوِ الْكَاسِ)، نُسَجِّتُ حَوْلَهَا قِصَّتَانِ مُخْتَلِفَتَانِ عَنْ بَعْضِهِمَا:

- الْأُولَى: إِنَّهُ عِنْدَمَا حَدَّثَ الطُّوفَانُ عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ، لَمْ يَبْقَ عَلَى وَجْهِ الْبَسِيطَةِ شَيْءٌ حَتَّى إِلَّا وَقَدْ قُضِيَ عَلَيْهِ، بِاسْتِثْنَاءِ مَا حَمَلَتْهُ السَّفِينَةُ مِنْ بَشَرٍ وَحَيَوَانَاتٍ كَانَ أَهْمَهَا: (الْيَمَامَةُ وَالْغُرَابُ وَالْأَرْنَبُ وَالشُّجَاعُ)؛ وَإِنَّهُ عِنْدَمَا انْتَهَى الطُّوفَانُ، وَأَخَذَتْ مِيَاهُهُ بِالْإِنْخِفَاضِ، رَسَتْ السَّفِينَةُ عَلَى قِمَّةِ (فُوهَةِ الْبُرْكَانِ) الَّتِي كَانَتْ أَوَّلَ مَا انْحَسَرَ عَنْهُ الطُّوفَانُ بِسَبَبِ ارْتِفَاعِهَا. وَظَلَّتِ السَّفِينَةُ وَمَنْ فِيهَا مُدَّةً عَلَى حَالِهَا، دُونَ أَنْ يَنْكَشِفَ لِمَنْ كَانَ فِيهَا أَرْضٌ يُمَكِّنُهُمُ الْإِنْخِفَاضَ بِاتِّجَاهِهَا وَالتَّزْوُلَ إِلَيْهَا، لِذَا أُرْسِلَتِ (الْيَمَامَةُ) وَ(الْغُرَابُ) لِلْبَحْثِ عَمَّا إِذَا كَانَتْ هُنَاكَ مَنَاطِقٌ قَدْ انْحَسَرَ عَنْهَا الطُّوفَانُ، وَبَعْدَ مُدَّةٍ، عَادَ كُلُّ مَنْ (الْيَمَامَةُ) وَ(الْغُرَابُ)، وَقَدْ حَمَلَ كُلُّ مِنْهُمَا فِي رِجْلَيْهِ غُصْنًا صَغِيرًا مِنَ الزَّيْتُونِ، مُلَطَّخًا بِالْوَحْلِ، دَلَالَةً عَلَى وُجُودِ أَرْضٍ يُمَكِّنُ الرَّحِيلَ إِلَيْهَا، وَقَدْ تَمَّ ذَلِكَ.

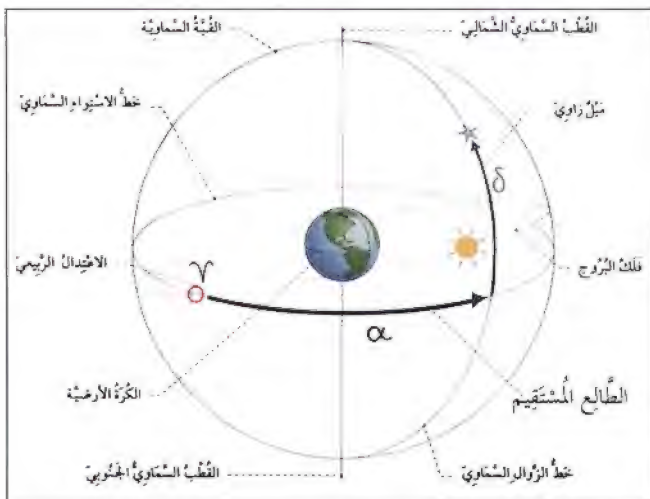
- أَمَّا الْقِصَّةُ الثَّانِيَّةُ، فَقَدْ جَاءَ فِيهَا: إِنَّ الْبَطْلَ الْبَحَّارَ (غاسون) قَدْ أَبْحَرَ مَعَ مَجْمُوعَةٍ مِنْ رِجَالِهِ فِي السَّفِينَةِ، امْتِنَالًا لِأَمْرِ إِلَهَةِ الْيُونَانِيِّينَ الَّتِي طَلَبَتْ مِنْهُ أَنْ يَبْحَثَ عَنْ جَرَّةٍ ذَهَبِيَّةٍ، مَمْلُوءَةٍ ذَهَبًا، فِي قَاعِ الْبَحْرِ، وَفِي مَكَانٍ مِنْهُ حَدَّثَتْهُ لَهُ الْإِلَهَةُ. وَقَدْ أَبْحَرَ (غاسون) مَعَ رِجَالِهِ قَاصِدًا ذَلِكَ الْمَكَانَ، وَقَدْ تَعَرَّضَ وَرِجَالُهُ إِلَى أَخْطَارٍ جَسِيمَةٍ فِي طَرِيقِهِمْ إِلَى ذَلِكَ الْمَكَانِ، كَمَا هُوَ جَمْعُوهَا أَتْنَاءَ بَحْثِهِمْ عَنِ الْجَرَّةِ الذَّهَبِيَّةِ. وَأَخِيرًا، حِينَ لَمْ يُوفِّقُوا فِي الْعُثُورِ عَلَى تِلْكَ الْجَرَّةِ، غَضِبَتِ الْإِلَهَةُ غَضَبًا شَدِيدًا، كَانَ مِنْ نَتِيجَتِهِ أَنْ أَحَالَتْهُمْ إِلَى نُجُومٍ تَكُونَتْ مِنْهَا (كُوكَبَةُ السَّفِينَةِ).

وَهُنَاكَ مَجْمُوعَةٌ أُخْرَى مِنَ النُّجُومِ، تَظْهَرُ بِهِيَّةَ لَامِعَةٍ فِي لَيْالِي فَصْلِ الرَّبِيعِ عَلَى مَقْرَبَةٍ مِنْ كُوكَبَةِ (الدَّبِّ الْأَكْبَرِ)، حَيْثُ تَقَعُ بَيْنَهُ وَبَيْنَ كُوكَبَةِ (بُرْجِ السُّنْبُلَةِ أَوِ الْعُذْرَاءِ). وَقَدْ دُعِيَتْ تِلْكَ الْمَجْمُوعَةُ النُّجُمِيَّةُ بِاسْمِ (بِيرْنِكْس) أَوْ (بَرْنِيْقَة) نِسْبَةً إِلَى مَلِكَةِ مِصْرَ (بِيرْنِكْس)، زَوْجَةِ مَلِكِ مِصْرَ (بَطْلِيمُوسَ)،

يَدُورُ مُؤَشِّرُهَا (عَقْرِبَهَا) السَّاعِي دَوْرَةً كَامِلَةً كُلَّ (24) سَاعَةً، لَرَأَيْنَا أَنَّ عُبُورَهُ لِحَظٍ (غرينيتش) قَدْ تَأَخَّرَ عَنِ اللَّيْلَةِ السَّابِقَةِ بِمِقْدَارِ (3) دَقَائِقٍ وَ (56) ثَانِيَةً، كَمَا سَيَتَأَخَّرُ فِي اللَّيْلَةِ الثَّالِثَةِ بِنَفْسِ الْمِقْدَارِ الزَّمَنِيِّ؛ وَمَا ذَلِكَ إِلَّا بِسَبَبِ حَرَكَةِ الْأَرْضِ الْإِنْتِقَالِيَّةِ، وَتَحَرُّكِ الْأَرْضِ عَلَى مَدَارِهَا بِمِقْدَارِ دَرَجَةٍ وَاحِدَةٍ كُلَّ يَوْمٍ، مِمَّا يَجْعَلُ خَطَّ الزَّوَالِ لَا يَعُودُ إِلَى مَكَانِهِ تَحْتَ النَّجْمِ إِلَّا بَعْدَ مُرُورِ (3) دَقَائِقٍ وَ (56) ثَانِيَةً، وَذَلِكَ بِالنَّسْبَةِ لِلْسَّاعَةِ الشَّمْسِيَّةِ كَمَا قَدَّمْنَا.

وَتَحْرُصُ جَمِيعُ الْمَرَاصِدِ فِي الْعَالَمِ عَلَى اقْتِنَاءِ السَّاعَةِ الْفَلَكَيَّةِ الَّتِي تُنَبِّئُنَا بِمَوْعِ النُّجُومِ فِي السَّمَاءِ خِلَالَ (23) سَاعَةٍ وَ (56) دَقِيقَةٍ وَ (4) ثَوَانٍ.

أَمَّا السَّاعَةُ الْعَادِيَّةُ، أَيِ الشَّمْسِيَّةِ، فَتُنَبِّئُنَا بِمَوْعِ الشَّمْسِ فِي السَّمَاءِ خِلَالَ (24) سَاعَةٍ، لِأَنَّ مُؤَشِّرَهَا (عَقْرِبَهَا) يَكُونُ فَوْقَ الرِّقْمِ (12) ظُهْرًا عِنْدَمَا تَعْبُرُ الشَّمْسُ خَطَّ (غرينيتش). وَعِنْدَمَا تَعْبُرُهُ فِي الْيَوْمِ الثَّانِي، بَعْدَ مُضِيِّ (24) سَاعَةٍ، نَحْدُ أَنَّ مُؤَشِّرَ هَذِهِ السَّاعَةِ قَدْ بَلَغَ الرِّقْمَ (12) مَرَّةً ثَانِيَةً.



اليَوْمُ النَّجْمِيُّ وَالْيَوْمُ الشَّمْسِيُّ

تَدُورُ الْأَرْضُ دَوْرَةً وَاحِدَةً حَوْلَ نَفْسِهَا، فَيُتَجُّجُ عَنْ

وَكَانَتْ مَشْهُورَةً بِجَمَالِ شَعْرِهَا، فَتَذَرَتْ مَرَّةً أَنَّهُ إِنْ عَادَ زَوْجُهَا سَالِمًا مِنْ حَمَلَةٍ خَطِيرَةٍ كَانَ يَقُودُهَا إِلَى بِلَادِ الشَّامِ، لَتَقْصُرَنَّ شَعْرُهَا، وَلَتُودِعَتْهُ مَعْبَدَ (أرسينو).

وَلَمَّا بَلَغَهَا أَنَّ زَوْجَهَا فِي طَرِيقِهِ إِلَيْهَا سَالِمًا، بَعْدَ قَضَائِهِ عَلَى أَعْدَائِهِ، بَرَّتْ بَوْعِدِهَا، إِذْ قَصَّتْ شَعْرَهَا وَسَلَّمَتْهُ إِلَى كَاهِنِ الْمَعْبَدِ.

وَعِنْدَمَا عَادَ الْمَلِكُ، وَرَأَى زَوْجَتَهُ بِشَعْرِهَا الْقَصِيرِ، اسْتَشَاطَ غَضَبًا، وَامْتَنَعَ عَنِ التَّحَدُّثِ إِلَيْهَا، وَالْإِقْتِرَابِ مِنْهَا. فَأَبْلَغَتِ الْمَلِكَةَ كَاهِنَ مَعْبَدِ (أرسينو) بِمَا جَرَى، وَرَجَّتُهُ أَنَّ يَتَدَخَّلَ بِمَا لَهُ مِنْ نُفُوذٍ عِنْدَ الْمَلِكِ كَيْ يَغْفِرَ لَهَا مَا فَعَلَتْهُ. فَجَاءَ الْكَاهِنُ إِلَى الْمَلِكِ، وَأَبْلَغَهُ أَنَّ الشَّعْرَ الَّذِي تَسَلَّمَهُ مِنَ الْمَلِكَةِ، أَوْدَعَهُ السَّمَاءَ لِيَتِمَكَّنَ جَمِيعُ سُكَّانِ الْأَرْضِ مِنْ رُؤْيِيهِ جَمَالِهِ، وَالتَّمَتُّعِ بِهِ إِلَى الْأَبَدِ، وَأَشَارَ بِيَدِهِ إِلَى مَجْمُوعَةٍ مِنَ النُّجُومِ اللَّامِعَةِ الَّتِي تُشَبِّهُ الشَّعْرَ الذَّهَبِيَّ بِبَرِيقِهِ، وَقَالَ لِلْمَلِكِ: هُوَ ذَا شَعْرُ (بيرنيكس). وَعِنْدَهَا سَكَنَ الْغَضَبُ عَنِ الْمَلِكِ، وَسُرَّ بِمَا فَعَلَتْهُ زَوْجَتُهُ، وَأَنْقَلَبَ إِلَيْهَا رَاضِيًا مَسْرُورًا.

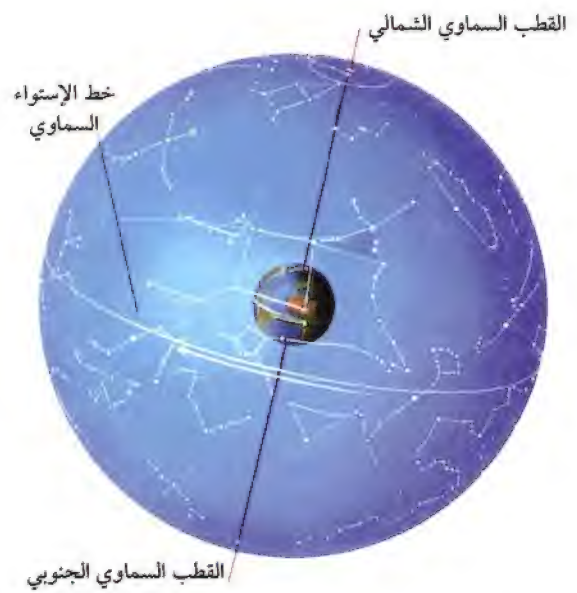
الطَّالِعُ الْمُسْتَقِيمُ لِلنُّجُومِ

وَيُقْصَدُ بِهِ لِحْظَةُ عُبُورِ النَّجْمِ لِحَظٍ طَوَّلِ (غرينيتش)؛ وَتُحَدَّدُ تِلْكَ اللَّحْظَةُ بِوَسَاطَةِ سَاعَةٍ فَلَكَيَّةٍ، وَهِيَ السَّاعَةُ الَّتِي يُتِمُّ مُؤَشِّرُ عَقْرِبِ السَّاعَاتِ فِيهَا دَوْرَةً كَامِلَةً كُلَّ (23) سَاعَةٍ وَ (56) دَقِيقَةٍ وَ (4) ثَوَانٍ.

وَلَوْ أَنَّنَا أَخَذْنَا نَجْمًا كَنَجْمِ (الشَّعْرَى الْيَمَانِيَّةِ)، لَرَأَيْنَاهُ يَعْْبُرُ هَذَا الْخَطَّ فِي السَّاعَةِ (40 : 6). وَلَوْ رَاقَبْنَا هَذَا النَّجْمَ فِي اللَّيْلَةِ الثَّانِيَةِ، عِنْدَ عُبُورِهِ لِحَظٍ (غرينيتش) الَّذِي عَبَّرَهُ فِي اللَّيْلَةِ السَّابِقَةِ، وَنَظَرْنَا إِلَى السَّاعَةِ الْفَلَكَيَّةِ، لَرَأَيْنَا مُوَعِدَ الْعُبُورِ فِيهَا نَفْسَهُ، أَيِ فِي السَّاعَةِ (40 : 6).

أَمَّا إِذَا مَا اسْتَعْمَلْنَا السَّاعَةَ الْعَادِيَّةَ، أَيِ الشَّمْسِيَّةَ، الَّتِي

ذَلِكَ يَوْمٌ وَاحِدٌ، أَيْ نَهَارٌ وَلَيْلٌ، إِلَّا أَنَّ هَذِهِ الدَّوْرَةَ تَخْتَلِفُ مُدَّتُهَا الزَّمَنِيَّةُ بِاخْتِلَافِ الْجُزْمِ الَّذِي دَارَتْ الْأَرْضُ أَمَامَهُ، فَهِيَ تُتِمُّ دَوْرَةَ كَامِلَةٍ أَمَامَ أَيْ نَجْمٍ مِنْ نُجُومِ السَّمَاءِ خِلَالَ (23) سَاعَةٍ وَ(56) دَقِيقَةً وَ(4) ثَوَانٍ؛ بَيْنَمَا نَجِدُ أَنَّ تِلْكَ الدَّوْرَةَ لَا تَكْتَمِلُ أَمَامَ الشَّمْسِ بِسَبَبِ قُرْبِهَا النَّسْبِيِّ مِنَّا بِالمُقَارَنَةِ مَعَ بُعْدِ النُّجُومِ عَنَّا، وَأَنَّهُ لَا بُدَّ لِلْأَرْضِ مِنْ زَمَنِ



مَوْقِعِ النُّجُومِ فِي السَّمَاءِ بِإِحْدَاثِهَا عَلَى الْكَرَةِ السَّمَائِيَّةِ

قَدْرُهُ (3) دَقَائِقَ وَ(56) ثَانِيَةً حَتَّى تُتِمَّ دَوْرَتَهَا أَمَامَ الشَّمْسِ، لِأَنَّ الْأَرْضَ تَكُونُ قَدْ غَيَّرَتْ مَوْقِعَهَا عَلَى مَدَارِهَا بِمِقْدَارِ دَرَجَةٍ وَاحِدَةٍ بِسَبَبِ حَرَكَتِهَا الْإِنْتِقَالِيَّةِ، وَهِيَ تُحْتَاجُ إِلَى ذَلِكَ الزَّمَنِ الَّذِي أَشْرْنَا إِلَيْهِ لِنُتِمَّ دَوْرَتَهَا تِلْكَ.

تَحْدِيدُ دَرَجَةِ عَرْضِ نَجْمٍ

لِنَعْيِنَ دَرَجَةَ عَرْضِ مَكَانٍ مَا عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ، نُحَدِّدُ بُعْدَهُ عَنِ خَطِّ الْإِسْتِوَاءِ، شَمَالًا أَوْ جَنُوبًا، مُقَدَّرًا بِالدَّرَجَاتِ الْعَرْضِيَّةِ؛ فَنَقُولُ إِنَّهُ يَقَعُ عَلَى بُعْدِ (5) خَمْسِ دَرَجَاتٍ جَنُوبًا، أَيْ جَنُوبَ خَطِّ الْإِسْتِوَاءِ، أَوْ يَكُونُ عَلَى بُعْدِ (20) عِشْرِينَ

دَرَجَةٍ شَمَالًا، أَيْ شَمَالَ خَطِّ الْإِسْتِوَاءِ.

أَمَّا بِالنَّسْبَةِ لِتَحْدِيدِ دَرَجَةِ عَرْضِ نَجْمٍ، فَلَاأَمْرٌ مُخْتَلِفٌ عَمَّا شَاهَدْنَاهُ بِالنَّسْبَةِ لِسَطْحِ الْأَرْضِ، عَلَى الرَّغْمِ مِنْ أَنَّ السَّمَاءَ قَدْ أُعْطِيَتْ إِحْدَاثِيَّاتٍ جُغْرَافِيَّةً تُشَبِّهُ الْإِحْدَاثِيَّاتِ الْجُغْرَافِيَّةِ لِلْكَرَةِ الْأَرْضِيَّةِ، حَيْثُ نَجِدُ فِيهَا خَطًّا اسْتِوَائِيًّا سَمَائِيًّا وَ(90) دَرَجَةَ عَرْضِ شَمَالِيَّةٍ وَ(90) دَرَجَةَ عَرْضِ جَنُوبِيَّةٍ، وَفِيهَا (360) نِصْفَ دَائِرَةِ طُولِ سَمَائِيَّةٍ، وَلَهَا مَحَوْرٌ وَهَمِيٌّ سَمَائِيٌّ يُعَدُّ امْتِدَادًا لِمَحَوْرِ الْكَرَةِ الْأَرْضِيَّةِ. فَإِنَّ خَطَّ الْإِسْتِوَاءِ السَّمَائِيَّ لَا يُعَدُّ بِدَايَةِ دَرَجَاتِ الْعَرْضِ السَّمَائِيَّةِ لِلنُّجُومِ، وَإِنَّمَا يُعَدُّ نَجْمُ الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ هُوَ الْبِدَايَةُ لَهَا، وَيُعْطَى رَقْمُ (0). كَمَا يُعَدُّ نَجْمُ الْقُطْبِ الْجَنُوبِيِّ هُوَ نِهَائَةُ دَرَجَاتِ عَرْضِ النُّجُومِ، وَيُعْطَى رَقْمُ (180)، وَلِهَذَا نَقُولُ إِنَّ نَجْمَ (الدَّبَّ) فِي كَوْكَبَةِ (الدَّجَاجَةِ) يَقَعُ عَلَى دَرَجَةِ الْعَرْضِ السَّمَائِيَّةِ (45)، وَإِنَّ نَجْمَ (الشَّعْرَى الْيَمَانِيَّةِ) فِي كَوْكَبَةِ (الْكَلْبِ الْأَكْبَرِ) يَقَعُ عَلَى دَرَجَةِ الْعَرْضِ السَّمَائِيَّةِ (107)، أَيْ بُعْدَهُمَا عَنِ الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ.

تَغْيِيرُ وَجْهِ السَّمَاءِ

لَا يُمَكِّنُ لِلْإِنْسَانِ الْعَادِيِّ أَنْ يَلْحَظَ أَيْ تَغْيِيرٌ فِي شَكْلِ النُّجُومِ، فِي مَدَى عُمْرِهِ الْقَصِيرِ، نَظْرًا لِلْبُعْدِ السَّحْقِيِّ بَيْنَنَا وَبَيْنَهَا، عَلِمًا بِأَنَّهَا تَتَحَرَّكُ بِسُرْعَاتٍ هَائِلَةٍ كَمَا مَرَّ مَعَنَا. إِلَّا أَنَّ تَصَوِيرَ السَّمَاءِ بِالمَرَاقِبِ عَلَى مَدَى سِنِينَ طَوِيلَةٍ، أَظْهَرَ تَغْيِيرًا طَافِيًا فِي مَوَاقِعِ النُّجُومِ، مَكَّنَ عُلَمَاءَ الْفَلَكَ مِنْ تَحْدِيدِ اتِّجَاهَاتِ نُجُومٍ كُلِّ كَوْكَبَةٍ مِنَ الْكُوكَبَاتِ الَّتِي تَتَحَرَّكُ نُجُومُهَا مَعًا، كَكُوكَبَتَيْ (الدَّبِّ الْأَكْبَرِ) وَ(بُرْجِ الْعُقْرَبِ)، وَمَا شَبَّهَهُمَا، مِمَّا سَاعَدَهُمْ عَلَى التَّنَبُّؤِ بِالشَّكْلِ الَّذِي كَانَتْ عَلَيْهِ هَاتَانِ الْكُوكَبَتَانِ مُنْذُ (100.000) عَامٍ، وَمَا سَتَوَوَّلَ إِلَيْهِ كُلُّ مِنْهُمَا بَعْدَ (100.000) سَنَةٍ مِنْ يَوْمِنَا هَذَا، وَهُوَ شَكْلٌ يَخْتَلِفُ كَثِيرًا عَمَّا نَرَاهُمَا عَلَيْهِ الْيَوْمَ.

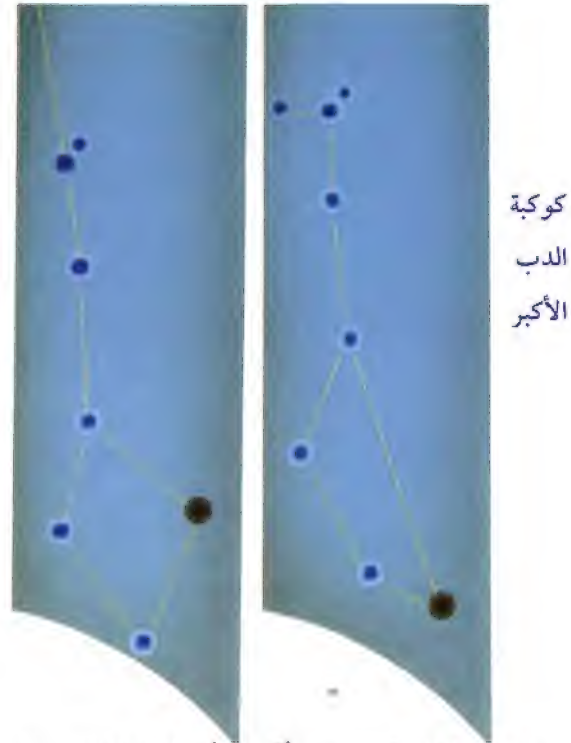
فَإِنَّ تِلْكَ الْجَازِبِيَّةَ تَعْمَلُ فِي مِثْلِ هَذِهِ الْحَالَةِ، وَبِالتَّضَافِ مَعَ الْقَمَرِ، عَلَى تَرْتُّحِ الْأَرْضِ طِيلَةَ دَوْرَتِهَا الْإِنْتِقَالِيَّةِ، وَهَذَا يُؤَدِّي إِلَى زَحْزَحَةِ مِحْوَرِ الْأَرْضِ قَلِيلاً عَنْ نُقْطَةِ الْقُطْبِ الْجُغْرَافِيِّ السَّمَائِيِّ سَنَوِيًّا، تِلْكَ النُّقْطَةُ الَّتِي نَعْتَبَرُهَا ثَابِتَةً لَا يَتَغَيَّرُ مَكَانُهَا، وَيُمَثِّلُهَا آخِرُ نَجْمٍ فِي ذَيْلِ (الدَّبِّ الْأَصْغَرِ)، وَهُوَ مَا نَدْعُوهُ بِالنَّجْمِ الْقُطْبِيِّ، وَالَّتِي كُنَّا نَحْسَبُ أَنَّ مِحْوَرَ الْأَرْضِ لَا يُغَيِّرُ اتِّجَاهَهُ نَحْوَهَا أَبَدًا.

وَقَدْ حَسِبَ أَنَّ تَرْتُّحَ الْأَرْضِ هَذَا يُؤَدِّي إِلَى ابْتِعَادِ مِحْوَرِ الْأَرْضِ عَنِ النُّقْطَةِ الَّتِي كَانَتْ قَائِمًا فِيهَا عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ بِمِقْدَارِ (12) مِثْرًا سَنَوِيًّا، وَيُقَابِلُ هَذِهِ الْمَسَافَةَ فِي السَّمَاءِ خَطٌّ مُنَحْنٍ وَهَمِيٍّ هَائِلِ الطُّولِ، تَكُونُ فِي أَوَّلِهِ نُقْطَةُ الْقُطْبِ السَّمَائِيِّ الْقَدِيمَةِ، وَتَكُونُ عِنْدَ نِهَائِيَّتِهِ نُقْطَةُ الْقُطْبِ السَّمَائِيِّ الْجَدِيدَةِ.

وَمَعَ تَزَايُدِ ابْتِعَادِ مِحْوَرِ الْأَرْضِ عَنْ مَوْقِعِهِ الْأَوَّلِ عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ عَامًا بَعْدَ عَامٍ، يَزْدَادُ امْتِدَادُ الْخَطِّ الْوَهْمِيِّ الْمُنْحَنِيِّ فِي السَّمَاءِ، وَيَزْدَادُ مَعَهُ ابْتِعَادُ نُقْطَةِ الْقُطْبِ السَّمَائِيِّ عَنْ مَكَانِهَا الْأَوَّلِ، وَذَلِكَ بِالنَّسْبَةِ لِسُكَّانِ الْأَرْضِ الَّذِينَ لَنْ يَلْحَظُوا ذَلِكَ التَّغْيِيرَ فِي الْمَوْقِعِ بِوُضُوحٍ قَبْلَ مُرُورِ مِائَاتِ السِّنِينَ، نَظَرًا لِلْبُعْدِ السَّحِقِ بَيْنَنَا وَبَيْنَ نَجْمِ الْقُطْبِ.

وَبَعْدَ انْقِضَاءِ (25.800) سَنَةٍ عَلَى بَدْءِ تَغْيِيرِ مَكَانِ الْقُطْبِ السَّمَائِيِّ، نَجِدُ أَنَّ الْخَطَّ السَّمَائِيِّ الْوَهْمِيِّ الَّذِي كَانَتْ يَتَزَايَدُ امْتِدَادُهُ طِيلَةَ تِلْكَ الْفَتْرَةِ، مَعَ ابْتِعَادِ مِحْوَرِ الْأَرْضِ عَنْ مَكَانِهِ، قَدْ التَقَى آخِرُهُ بِأَوَّلِهِ، مُتَحَوِّلاً إِلَى دَائِرَةٍ مُنْتَظِمَةٍ، وَأَنَّ النُّقْطَةَ الَّتِي حَدَثَ عِنْدَهَا انْغِلَاقُ الدَّائِرَةِ هِيَ نَفْسُ نُقْطَةِ الْقُطْبِ الَّتِي كَانَتْ مِحْوَرُ الْأَرْضِ قَدْ غَادَرَهَا مُنْذُ (25.800) سَنَةٍ. وَتَكُونُ الْأَرْضُ خِلَالَ تِلْكَ الْحُقْبَةِ الطَّوِيلَةِ مِنَ الزَّمَنِ قَدْ رَسَمَتْ بِمِحْوَرِهَا فِي الْقُبَّةِ السَّمَائِيَّةِ لِلْسَّمَاءِ مَخْرُوطًا وَهَمِيًّا، رَأْسُهُ عِنْدَ مَرْكَزِ الْأَرْضِ، وَقَاعِدَتُهُ هِيَ تِلْكَ الدَّائِرَةُ

أَمَّا بِالنَّسْبَةِ لِلْكُوكَبَاتِ الَّتِي يَسْلُكُ كُلُّ نَجْمٍ مِنْ نَجُومِهَا اتِّجَاهًا خَاصًّا بِهِ، فَيَضَعُ التَّنبُّؤُ عَنِ الشَّكْلِ الَّذِي سَتُؤَوِّلُ إِلَيْهِ فِي ذَلِكَ الْمَدَى الْبَعِيدِ.



بَعْدَ 100000 سَنَةٍ مِنَ الْآنَ مُنْذُ 100000 سَنَةٍ

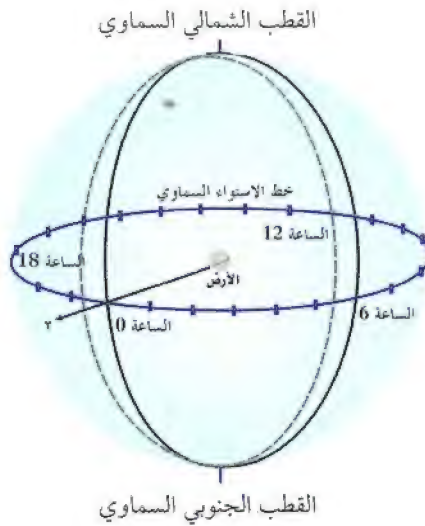
تَغْيِيرُ مَوْقِعِ الْقُطْبِ السَّمَائِيِّ

فِي عَامِ 1740م، اكْتَشَفَ الْعَالِمُ الْفَلَائِي (برادلي) أَنَّ الْأَرْضَ تَتَرْتُّحُ أَثْنَاءَ دَوْرَتِهَا الْإِنْتِقَالِيَّةِ حَوْلَ الشَّمْسِ، فَلَا تَسْلُكُ مَدَارَهَا الْإِهْلِيلِيَّ تَمَامًا، وَإِنَّمَا تَتَّجِهُ إِلَى يَمِينِهِ قَلِيلاً تَارَةً، وَإِلَى يَسَارِهِ قَلِيلاً تَارَةً أُخْرَى؛ وَعَزَا ذَلِكَ يَوْمَهَا إِلَى أَثَرِ جَازِبِيَّةِ الْقَمَرِ فِي الْأَرْضِ.

وَلَمَّا جَاءَ الْعَالِمُ الْفَلَائِي جِيمْسُ جِينز (1877-1946)، أَكَّدَ عَلَى مَا قَالَهُ (برادلي)، إِنَّمَا أَضَافَ إِلَيْهِ أَثَرُ جَذَبِ الشَّمْسِ قَائِلًا: "لَوْ أَنَّ الْأَرْضَ كَانَتْ كُرَّةً كَامِلَةً الْإِسْتِدَارَةِ، لَأَقْتَصَرَ أَثَرُ جَذَبِ الشَّمْسِ فِيهَا عَلَى إِمْسَاكِهَا مِنْ أَنْ تَفْلَتَ مِنْ قَبْضَتِهَا فَقَطْ. أَمَّا وَإِنَّ الْأَرْضَ مُتَنَفِّخَةً عِنْدَ خَطِّ اسْتَوَائِهَا،

إِحْدَاثِيَّاتُ الْكُرَّةِ السَّمَاوِيَّةِ

قَسَمَ الْفَلَكَائِيُّونَ الْكُرَّةَ السَّمَاوِيَّةَ إِلَى (360) خَطَّ طُولٍ أَوْ نِصْفِ دَائِرَةِ طُولٍ، وَاعْتَبَرُوا خَطَّ الطُّولِ (0) الْمُنْطَبِقَ عَلَى خَطِّ طُولِ (غرينتش) عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ بِدَايَةَ لَتِلْكَ الْخُطُوطِ السَّمَاوِيَّةِ الطُّولِيَّةِ، وَالْخَطَّ السَّمَاوِيَّ الْمُقَابِلَ لِهَذَا الْخَطِّ خَطَّ مُتْتَصِفِ اللَّيْلِ السَّمَاوِيِّ؛ كَمَا قَسَمُوا تِلْكَ الْكُرَّةَ إِلَى (180) دَائِرَةِ عَرْضٍ: (90) مِنْهَا فِي نِصْفِ الْكُرَّةِ السَّمَاوِيَّةِ الشَّمَالِيِّ وَ(90) مِنْهَا فِي نِصْفِ الْكُرَّةِ السَّمَاوِيَّةِ الْجَنُوبِيِّ. وَاعْتَبَرُوا خَطَّ أَوْ دَائِرَةَ الْعَرْضِ (0) الْمُنْطَبِقَةَ عَلَى خَطِّ الْإِسْتَوَاءِ الْأَرْضِيِّ بِدَايَةَ لَتِلْكَ الْخُطُوطِ وَسَمَّوْهَا (الدَّائِرَةُ الْإِسْتَوَائِيَّةُ السَّمَاوِيَّةُ).



وَاعْتَبَرُوا الدَّائِرَةَ (90) شَمَالًا، وَالَّتِي تَحَوَّلَتْ بِسَبَبِ صِغَرِهَا إِلَى نُقْطَةٍ، (الْقُتْبُ السَّمَاوِيُّ الشَّمَالِيُّ)، وَهُوَ يُنْطَبِقُ عَلَى نُقْطَةِ الْقُتْبِ الْأَرْضِيِّ الشَّمَالِيِّ.

كَمَا اعْتَبَرُوا الدَّائِرَةَ (90) جَنُوبًا، وَالَّتِي تَحَوَّلَتْ بِسَبَبِ صِغَرِهَا إِلَى نُقْطَةٍ، (الْقُتْبُ السَّمَاوِيُّ الْجَنُوبِيُّ)، وَهُوَ يُنْطَبِقُ عَلَى نُقْطَةِ الْقُتْبِ الْأَرْضِيِّ الْجَنُوبِيِّ.

وَاعْتَبَرُوا الْخَطَّ الْوَهْمِيَّ الْوَاصِلَ بَيْنَ الْقُتْبَيْنِ السَّمَاوِيَّيْنِ الشَّمَالِيِّ وَالْجَنُوبِيِّ (الْمَحْوَر السَّمَاوِيِّ)، وَهُوَ مُنْطَبِقٌ عَلَى

الْوَهْمِيَّةِ فِي السَّمَاءِ؛ كَمَا تَكُونُ قَدْ رَسَمْتَ مَعْرُوطًا آخَرَ وَهْمِيًّا بِمَحْوَرِهَا أَيْضًا فِي الْقُبَّةِ الْجَنُوبِيَّةِ لِلْسَّمَاءِ، عَلَى غِرَارِ الْمَعْرُوطِ الْأَوَّلِ، وَتَكُونُ نُقْطَةُ التَّقَاءِ رَأْسِي الْمَعْرُوطَيْنِ فِي مَرْكَزِ الْأَرْضِ. وَهَذَا يَعْنِي أَنَّ الْقُتْبَ الْجَنُوبِيَّ، بِتَغْيِيرِ مَوْقِعِهِ الْمُسْتَمَرِّ، قَدْ رَسَمَ فِي الْقُبَّةِ السَّمَاوِيَّةِ الْجَنُوبِيَّةِ ذَاتَ الدَّائِرَةِ الَّتِي رَسَمَهَا الْقُتْبُ الشَّمَالِيُّ فِي الْقُبَّةِ السَّمَاوِيَّةِ الشَّمَالِيَّةِ.

نُقْطَةُ الْقُتْبِ الْجَنُوبِيِّ

لَا نَجِدُ عِنْدَ النِّهَايَةِ الْجَنُوبِيَّةِ لِلْمَحْوَرِ السَّمَاوِيِّ الْوَهْمِيِّ نَجْمًا يُمْكِنُ اعْتِبَارُهُ نَجْمَ الْقُتْبِ الْجَنُوبِيِّ كَمَا هُوَ الْحَالُ بِالنِّسْبَةِ لِلنِّهَايَةِ الشَّمَالِيَّةِ لِذَلِكَ الْمَحْوَرِ.

وَلَكِنِّي يُحَدِّدُ سُكَّانُ نِصْفِ الْكُرَّةِ الْجَنُوبِيِّ نُقْطَةَ الْقُتْبِ الْجَنُوبِيِّ السَّمَاوِيِّ، فَإِنَّهُمْ يَسْتَعِينُونَ بِكَوْكَبَةِ (التَّصَالِبِ الْجَنُوبِيِّ)، فَيَقْدَرُونَ مَسَافَةَ فِي السَّمَاءِ تُعَادِلُ (4) أَمْثَالِ مَسَافَةِ الْخَطِّ الطَّوِيلِ فِي كَوْكَبَةِ (التَّصَالِبِ الْجَنُوبِيِّ)، وَيَمْدُونَهُ عَلَى اسْتِقَامَةِ ذَلِكَ الْخَطِّ، بَدَأً مِنَ النَّجْمِ الْمُسَمَّى (نَجْمِ التَّصَالِبِ)، وَعِنْدَ نِهَائِهِ تِلْكَ الْمَسَافَةِ، يَكُونُ مَوْقِعُ الْقُتْبِ الْجَنُوبِيِّ.



الشمالية)، ودُعِيَ الْقِسْمُ الْجَنُوبِيُّ مِنْهُمَا (الْقَبَّةُ السَّمَاوِيَّةُ الْجَنُوبِيَّةُ).

مَرَاتِبُ النُّجُومِ

لَقَدْ صَنَّفَ الْعُلَمَاءُ نُجُومَ الْكَوْكَبَاتِ فِي خَمْسِ مَرَاتِبٍ، وَجَعَلُوا أَذْنَاهَا قِيَمَةً رَقْمِيَّةً أَعْلَاهَا مَرْتَبَةٌ وَأَكْثَرُهَا لَمَعَانًا. فَنَجْمُ (الشَّعْرَى الْيَمَانِيَّةِ) مِنْ نُجُومِ الْمَرْتَبَةِ الْأُولَى، وَهُوَ أَكْثَرُهَا لَمَعَانًا، جُعِلَتْ قِيَمَتُهُ الرَّقْمِيَّةُ (1-) وَمِثْلُهُ الشَّمْسُ، وَلَيْسَ لِسَوَاهِمَا بَيْنَ نُجُومِ السَّمَاءِ مِثْلُ هَذِهِ الْمَكَانَةِ. أَمَّا أَقَلُّ نُجُومِ السَّمَاءِ لَمَعَانًا، فَهِيَ نُجُومُ الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ، وَقِيَمَتُهَا الرَّقْمِيَّةُ (5).

وَتَتَدَرَّجُ نُجُومُ السَّمَاءِ بَيْنَ هَذَيْنِ الرَّقْمَيْنِ، صُعُودًا أَوْ هُبُوطًا، عِلْمًا بِأَنَّ نُجُومَ الْمَرْتَبَةِ الْأُولَى قَدْ أُعْطِيَتْ رَقْمَيْنِ هُمَا: (1-) لِمَا كَانَ مِنْهَا شَدِيدَ اللَّمَعَانِ كَالشَّعْرَى الْيَمَانِيَّةِ وَالشَّمْسِ، كَمَا قَدَّمْنَا، وَ(1) لِمَا كَانَ مِنْهَا أَقَلُّ لَمَعَانًا مِنْ هَذَيْنِ النَّجْمَيْنِ. لِذَا كَانَتْ مَرَاتِبُ النُّجُومِ الْخَمْسُ وَهِيَ: (الأولى والثانية والثالثة والرابعة والخامسة) تُقَابِلُهَا سِتَّةُ أَرْقَامٍ هِيَ: (1-) ، (1) ، (2) ، (3) ، (4) وَ(5).

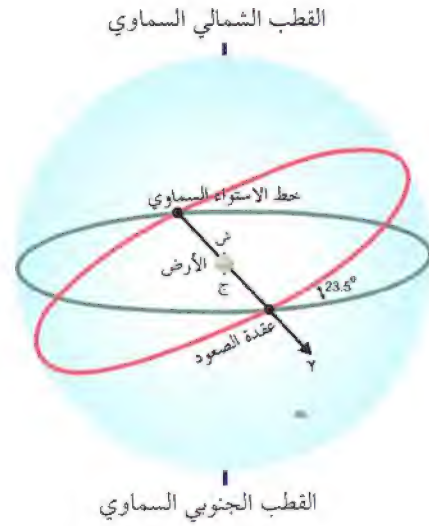
وَهُنَاكَ كَوْكَبَاتٌ ذَاتُ نُجُومٍ خَافَتِ، بَعْضُهَا مُتَقَارِبٌ وَبَعْضُهَا الْآخَرُ مُبَعَّرٌ، لَمْ يَتِمَّكِنِ الْعُلَمَاءُ مِنْ حَصْرِهَا فِي شَكْلِ هَنْدَسِيٍّ، فَسَمَّوْهَا دُونَ أَنْ يَرْسُمُوا لَهَا شَكْلًا مُمَيَّزًا.

رُؤُوسُ النُّجُومِ

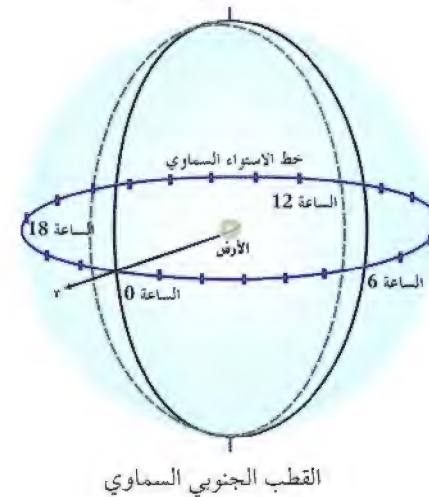
كَمَا يُعْرَفُ الْبَيْتُ فِي الْمَدِينَةِ عَنْ طَرِيقِ التَّعَرُّفِ إِلَى الْحَيِّ الَّذِي يُوجَدُ فِيهِ ذَلِكَ الْبَيْتُ، ثُمَّ إِلَى الشَّارِعِ الْمُؤَدِّيِ إِلَيْهِ، ثُمَّ إِلَى الْبِنَاءِ وَرَقْمِ ذَلِكَ الْبَيْتِ فِيهِ، كَذَلِكَ يُمَكِّنُنَا أَنْ نَسْتَرْشِدَ إِلَى أَيِّ نَجْمٍ مِنْ نُجُومِ السَّمَاءِ الْهَامَّةِ عَنْ طَرِيقِ مَعْرِفَةِ الْكَوْكَبَةِ الْمَوْجُودِ فِيهَا، ثُمَّ مَوْقِعِهِ مِنْهَا، ثُمَّ التَّرْتِيبَ الَّذِي صُنِّفَ فِيهِ عَلَى

الْمَحْوَرِ الْأَرْضِيِّ.

وَتُدْعَى الدَّائِرَةُ الَّتِي تَرُسُمُهَا الشَّمْسُ فِي حَرَكَتِهَا الظَّاهِرَةِ حَوْلَ الْأَرْضِ خِلَالَ عَامٍ كَامِلٍ (دَائِرَةُ الْخُسُوفِ وَالْكُسُوفِ) أَوْ (دَائِرَةُ الْبُرُوجِ) لِأَنَّ الْبُرُوجَ السَّمَاوِيَّةَ، وَعَدَدُهَا اثْنَا عَشَرَ بُرْجًا تَرْتَصِفُ حَوْلَ تِلْكَ الدَّائِرَةِ. وَتُشَكِّلُ هَذِهِ الدَّائِرَةُ مَعَ خَطِّ الْإِسْتِوَاءِ السَّمَاوِيِّ زَاوِيَةً قَدْرُهَا (23.5°)، وَتُسَمَّى نَقْطَةُ تَقَاطُعِهِمَا (الْعُقْدَةُ).



وَقُسِّمَتِ الْكُرَّةُ السَّمَاوِيَّةُ إِلَى قِسْمَيْنِ يَفْصِلُ بَيْنَهُمَا الْخَطُّ الْإِسْتِوَائِيُّ السَّمَاوِيُّ: دُعِيَ الْقِسْمُ الشَّمَالِيُّ مِنْهُمَا (الْقَبَّةُ السَّمَاوِيَّةُ الشَّمَالِيَّةُ) وَالْقِسْمُ الْجَنُوبِيُّ (الْقَبَّةُ السَّمَاوِيَّةُ الْجَنُوبِيَّةُ).



لَقَدْ أَسْبَغَ الْأَفْئِدُونَ، مِنْ فَلَكِيِّينَ وَفَلَاسِيفَةٍ وَشُعَرَاءَ، عَلَى
كُلِّ مَجْمُوعَةٍ مِنْ تِلْكَ الْمَجْمُوعَاتِ صِنْفَةً أَشْخَاصٍ
أَوْ طُيُورٍ أَوْ حَيَوَانَاتٍ أَوْ نَبَاتَاتٍ أَوْ أَدَوَاتٍ،
مِثْلُ ذَلِكَ (كَوْكَبَةُ الْجَبَّارِ) وَكَوْكَبَتَا
(الدَّبِّ الْأَصْغَرِ وَالدَّبِّ الْأَكْبَرِ)
وَكَوْكَبَةُ (بُرْجِ السُّبُلَةِ)
وَكَوْكَبَةُ (السَّفِينَةِ)
وَكَوْكَبَةُ (بُرْجِ
الْمِيزَانِ).



الَّذِي
سُمِّيَ بِهِ ذَلِكَ
النَّجْمُ، وَعِنْدَمَا
تَسْتَنْفِذُ نُجُومَ الْكَوْكَبَةِ
الْحُرُوفَ الْأَبْجَدِيَّةَ كُلَّهَا،
تُعْطَى النُّجُومَ الْبَاقِيَّةَ فِيهَا أَرْقَامًا

مُتَّسِلَةً بِدَءًا مِنْ رَقْمِ (27) وَهُوَ الرَّقْمُ التَّالِي لِعَدَدِ الْحُرُوفِ
الْأَبْجَدِيَّةِ اللَّاتِينِيَّةِ، وَعَدَدُهَا (26) حَرْفًا.
وَمِنْ الْكَوْكَبَاتِ الَّتِي سُمِّيتْ نُجُومُهَا بِحُرُوفٍ، كَوْكَبَةُ
(الدَّبِّ الْأَصْغَرِ)، فَقَدْ رُمِزَ لِنُجُومِهَا السَّبْعَةِ بِسَبْعَةِ حُرُوفٍ
أَبْجَدِيَّةٍ هِيَ: (أ) أَوْ (ألفا) الدَّبُّ الْأَصْغَرُ، (ب) أَوْ (بيتا) الدَّبُّ
الْأَصْغَرُ، (ج) أَوْ (جاما)، (د) أَوْ (دلتا)، (س)، (و) وَ(ز).
أَمَّا فِي الْكَوْكَبَاتِ الَّتِي زَادَتْ نُجُومُهَا عَلَى عَدَدِ الْحُرُوفِ

أَسَاسِ
الرَّقْمِ أَوْ الْحَرْفِ
الَّذِي يَحْمِلُهُ.

وَهُنَاكَ نُجُومٌ يَدُلُّ
عَلَيْهَا لِمَعَانِهَا الْبَرَّاقُ، دُونَ مَا حَاجَةٍ

لِذِكْرِ الْكَوْكَبَةِ الْمَوْجُودَةِ فِيهَا، فَيَكْفِي أَنْ يُذَكَرَ اسْمُهَا لِتُعْرَفَ
مَوْقِعُهَا مِنَ السَّمَاءِ قَوْرًا. وَمِنْ أَمْثَالِ تِلْكَ النُّجُومِ (الشُّعْرَى
الْيَمَانِيَّةِ) فِي كَوْكَبَةِ (الْكَلْبِ الْأَكْبَرِ) وَ(السَّمَكَ الرَّامِحِ) فِي
كَوْكَبَةِ (الْعَوَاءِ) وَ(الْعَبُوقِ) فِي كَوْكَبَةِ (مُمْسِكِ الْأَعِنَّةِ) وَ(النَّسْرِ
الْوَاقِعِ) فِي كَوْكَبَةِ (اللُّورَا أَوْ السَّلْيَاكِ)، وَغَيْرِهَا.

أَمَّا النُّجُومُ ذَاتُ اللَّمَعَانِ الْخَافِتِ، فَلَا يُمْكِنُ الْإِسْتِدْلَالُ
عَلَيْهَا إِلَّا عَنْ طَرِيقِ مَعْرِفَةِ الْكَوْكَبَةِ الْمَوْجُودَةِ فِيهَا، ثُمَّ الْحَرْفِ

منطقة البروج

تُشكّل منطقة البروج في السماء ما يُشبه شريطاً يزيد عرضه على (16) درجة عرض سماوية، يلتف حول (دائرة الكسوف والخسوف)؛ لذا يطلق على هذه الدائرة أيضاً اسم (دائرة البروج) لأنها تكاد تتوسط شريط (البروج)، إذ لا يزيد بُعد حافتَي ذلك الشريط عنها أكثر من (8) درجات عرض سماوية شمالاً وجنوباً إلا قليلاً.

و(دائرة الكسوف والخسوف) هي المسار الظاهري للشمس على مدار السنة. وهي تتقاطع مع خط استواء الأرض بزاوية قدرها (23.27) درجة، ويتم التقاطع عند نقطتين تقعان على خط استواء الأرض. وتدعى إحدى النقطتين اللتين يتم عندهما التقاطع (نقطة الصعود) بينما تدعى الثانية (نقطة النزول). وعند تعامد الشمس على خط الاستواء، عند النقطة الأولى، يبدأ الاعتدال الربيعي في نصف الكرة الشمالي، وعند تعامدها عليه عند النقطة الثانية، يبدأ الاعتدال الخريفي في نصف الكرة الشمالي أيضاً.

والأرض أثناء دورتها الانقلابية حول الشمس، تحتاج إلى مدة ثلاثة شهور - أي إلى فصل كامل - كي تمر أمام (3) بروج؛ وعلى هذا، فهي تحتاج إلى سنة كاملة كي تتم دورتها أمام جميع بروج السماء. ودخول الشمس ظاهرياً إلى برج من بروج السماء في كل شهر، هو اصطلاح اتفاقي، لأنه لا يتصف مع الواقع لسببين:

1. لأن الأرض هي التي تتحرك أمام البروج لا الشمس.
2. لأن الأرض تمر أمام (30) درجة طول سماوية في كل شهر. وبعض البروج مثل (الثبلّة أو العذراء) و(الدلو أو الساقبي) يمتد كل منهما على أكثر من (30) درجة طول سماوية، بينما لا يمتد كل من البروج التالية: (الميزان) و(السرطان) و(الحمل) و(الحوت) على أكثر من (10 - 15) درجة طول سماوية.

الأبجدية، فقد رُمز للنجوم الزائدة عن ذلك بأرقام، كما هو الحال في كوكبة (الكلب الأكبر) حيث دُعي أحد نجومها باسم (27) الكلب الأكبر.

أما النجوم التي يكون لمعانها خافتاً لدرجة كبيرة، ولا يرى إلا بالمراقب الكبيرة، فيمكن التعرف إليها، وإلى مواقعها، بواسطة أطلس نجومى فلكي دُعي (سجل نماذج النجوم) Catalog، حدد فيه موقع النجم من الكوكبة، كما يُذكر فيه رقم النجم مقترناً باسم مكتشفه. ووضع الأطلس النجومى الذي سجل فيه. ومثال ذلك النجم المُسمى (359) وولف) أي إنه النجم ذو الرقم (359) في الأطلس النجومى لـ (ولف). وما على الباحث إلا أن يعود إلى الرقم (359) في فهرست هذا الأطلس ليعرف موقع هذا النجم في السماء، والكوكبة الموجود فيها. وهناك نجوم منعدلة، يُحدد مكانها من السماء في ذلك الأطلس، دون أن تربط بكوكبة، وإنما يُستدل على مواقعها عن طريق أقرب الكوكبات أو النجوم المشهورة إليها.

البروج

تتألف البروج Zodiac من اثنتي عشرة كوكبة نجمية، تميزت بهذا الاسم عن غيرها من كوكبات السماء الأخرى لأنها تلتف حول (دائرة الكسوف والخسوف) السماوية على شكل شريط تمر الشمس ظاهرياً أمامه خلال عام كامل قاطعة ثلاثة بروج في كل فصل من فصول السنة.

وقد شبه علماء الفلك بعضها بالحيوانات، وبعضها الآخر بنبات أو أداة. كما أطلقوا على بعضها صفات بشرية، وأعطوها الأسماء التالية: (الحوت) - (الحمل) - (الثور) - (الجوزاء أو التوأمان) - (السرطان) - (الأسد) - (الثبلّة أو العذراء) - (الميزان) - (العقرب) - (القوس أو الرامي) - (الجدي) - (الدلو أو ساكب الماء).

تَوَزُّعُ الْبُرُوجِ فِي السَّمَاءِ

إِذِ الْوَاقِعُ أَنَّ الْأَرْضَ أَثْنَاءَ دَوْرَتِهَا الْإِنْتِقَالِيَّةِ حَوْلَ الشَّمْسِ، عِنْدَمَا تُصْبِحُ عَلَى اسْتِقَامَةٍ وَاحِدَةٍ مَعَ بَدَايَةِ أَحَدِ الْبُرُوجِ، وَالشَّمْسُ بَيْنَهُمَا، يُقَالُ عِنْدَهَا بِأَنَّ الشَّمْسَ قَدْ دَخَلَتْ ذَلِكَ الْبُرْجَ، وَهَذَا يَعْنِي أَنَّ سُكَّانَ الْأَرْضِ، لَنْ يَرَوْا ذَلِكَ الْبُرْجَ الَّذِي دَخَلَتْهُ الشَّمْسُ وَلَا الْبُرُوجَ الْأَرْبَعَةَ الَّتِي دَخَلَتْهَا قَبْلَهُ، لِأَنَّ تِلْكَ الْبُرُوجَ تَكُونُ مُوَاجِهَةً لِلْأَرْضِ خِلَالَ النَّهَارِ، بَيْنَمَا يَرَوْنَ الْبُرُوجَ الْأُخْرَى الْمُقَابِلَةَ، وَالَّتِي تُوَاجِهُ الْأَرْضَ لَيْلًا.

تَغْيِيرُ مَوَاقِيتِ دُخُولِ الشَّمْسِ إِلَى الْبُرُوجِ

لَقَدْ لَوْحِظَ أَنَّ مِيقَاتِ دُخُولِ الشَّمْسِ إِلَى الْبُرُوجِ لَا يَظَلُّ ثَابِتًا عَلَى مَدَى الْقُرُونِ، مِنْ ذَلِكَ: أَنَّ الشَّمْسَ كَانَتْ فِي عَامِ (2825) ق.م، تَدْخُلُ (بُرْجَ الثَّوْرِ) يَوْمَ (21) آذَارَ حِينَ تَكُونُ عَمُودِيَّةً عَلَى خَطِّ الاسْتِوَاءِ عِنْدَ (نُقْطَةِ الصُّعُودِ)، حَيْثُ يَبْدَأُ يَوْمُهَا الْإِعْتِدَالِ الرَّبِيعِيِّ. وَفِي حَوَالِي عَامِ (450) ق.م، أَخَذَتِ الشَّمْسُ تَدْخُلُ (بُرْجَ الْحَمَلِ) فِي أَوَّلِ يَوْمٍ مِنْ أَيَّامِ الْإِعْتِدَالِ الرَّبِيعِيِّ. وَفِي حَوَالِي عَامِ 1925م، أَخَذَتِ الشَّمْسُ تَدْخُلُ (بُرْجَ الْحُوتِ) مَعَ أَوَّلِ يَوْمٍ مِنْ أَيَّامِ الْإِعْتِدَالِ الرَّبِيعِيِّ.

وَقَدْ حَارَ الْفَلَائِكِيُّونَ الْقَدَامَى فِي حَلِّ اللُّغْزِ الْكَامِنِ وَرَاءَ هَذَا التَّغْيِيرِ، وَأَخْفَقُوا فِي إِيجَادِ تَغْلِيلٍ لَهُ.

وَلَمَّا جَاءَ الْفَلَائِكِيُّ (بِرَادِلِي) عَامَ

1740م، عَزَا حَدُوثَ ذَلِكَ إِلَى

تَرَنُّجِ الْأَرْضِ أَثْنَاءَ دَوْرَتِهَا

الْإِنْتِقَالِيَّةِ، بِسَبَبِ جَذَبِ

الْقَمَرِ لَهَا.

وَلَمَّا جَاءَ الْفَلَائِكِيُّ

جِيمْس جِينَز (1877-

1946م)، أَكَّدَ عَلَى

رَأَيْنَا كَيْفَ أَنَّ (دَائِرَةَ الْكُسُوفِ وَالْخُسُوفِ) - أَيْ (دَائِرَةَ الْبُرُوجِ) - تَتَقَاطَعُ مَعَ خَطِّ الاسْتِوَاءِ الْأَرْضِيِّ فِي النُّقْطَتَيْنِ اللَّتَيْنِ يَبْدَأُ عِنْدَهُمَا الْإِعْتِدَالَانِ: الرَّبِيعِيُّ وَالْخَرِيفِيُّ، مُشْكِلَةً زَاوِيَةً قَدَرَهَا (23.27) دَرَجَةً؛ وَهَذَا يَعْنِي أَنَّ نِصْفَ تِلْكَ الدَّائِرَةِ تَقَعُ فِي سَمَاءِ نِصْفِ الْكُرَةِ الشَّمَالِيِّ، بَيْنَمَا يَقَعُ نِصْفُهَا الْآخَرُ فِي سَمَاءِ نِصْفِ الْكُرَةِ الْجَنُوبِيِّ.

وَلَمَّا كَانَ شَرِيطُ الْبُرُوجِ مُحِيطًا بِتِلْكَ الدَّائِرَةِ، نَجِدُ أَنَّ سِتَّةً مِنْ تِلْكَ الْبُرُوجِ تَقَعُ فِي سَمَاءِ نِصْفِ الْكُرَةِ الشَّمَالِيِّ وَهِيَ: (الْحُوتُ، الْحَمَلُ، الثَّوْرُ، الْجُوزَاءُ أَوْ التَّوَّامَانِ، السَّرْطَانُ، الْأَسَدُ). بَيْنَمَا نَجِدُ أَنَّ الْبُرُوجَ السِّتَّةَ الْبَاقِيَةَ، تَقَعُ فِي سَمَاءِ نِصْفِ الْكُرَةِ الْجَنُوبِيِّ وَهِيَ: (السُّبُّلَةُ أَوْ الْعُذْرَاءُ، الْمِيزَانُ، الْعَقْرَبُ، الْقَوْسُ أَوْ الرَّامِي، الْجَدْيُ، الدَّلَّوْ أَوْ سَاكِبُ الْمَاءِ).

دُخُولُ الشَّمْسِ إِلَى الْبُرُوجِ

كَانَ الْإِعْتِقَادُ السَّائِدُ لَدَى الْأَقْدَمِينَ، وَبِخَاصَّةٍ لَدَى الرُّومَانِ فِي الْعُصُورِ الْوُسْطَى، أَنَّ الْأَرْضَ هِيَ مَرَكَزُ الْكَوْنِ، وَأَنَّ الشَّمْسَ وَالنُّجُومَ هِيَ الَّتِي تَدُورُ حَوْلَ الْأَرْضِ، كَمَا يَتَرَاءَى لَنَا الْأَمْرُ ظَاهِرِيًّا. كَمَا اعْتَقَدُوا بِأَنَّ الشَّمْسَ تَتَحَرَّكُ أَمَامَ بُرُوجِ السَّمَاءِ مُجْتَازَةً بُرْجًا وَاحِدًا مِنْهَا كُلَّ شَهْرٍ خِلَالَ

دَوْرَتِهَا السَّنَوِيَّةِ حَوْلَ الْأَرْضِ؛ لِذَا

كَانُوا يَقُولُونَ بِأَنَّ الشَّمْسَ

دَخَلَتْ (بُرْجَ الْحَمَلِ)

أَوْ حَلَّتْ فِيهِ، وَلَا

يَزَالُ هَذَا الْإِصْطِلَاحُ

مُسْتَعْمَلًا فِي التَّقَاوِيمِ

حَتَّى الْيَوْمِ بِرُغْمِ خَطِئِهِ.



وَبَعْدَ انْقِصَاءِ مُدَّةِ (25800) سَنَةٍ عَلَى بَدْءِ تَغْيِيرِ مَكَانِ الْقُطْبِ السَّمَائِيِّ، نَجِدُ أَنَّ الْخَطَّ السَّمَائِيَّ الْوَهْمِيَّ الْمُتَّخِذِي، الَّذِي كَانَ يَتَزَايَدُ امْتِدَادُهُ طِيلَةً تِلْكَ الْفَتْرَةَ مَعَ ابْتِعَادِ مَحْوَرِ الْأَرْضِ عَنْ مَكَانِهِ، قَدْ التَقَى آخِرُهُ بِأَوَّلِهِ، مُتَحَوِّلاً إِلَى دَائِرَةٍ مُنْتَظِمَةٍ، وَأَنَّ النُّقْطَةَ الَّتِي حَدَثَ عِنْدَهَا انْغِلَاقُ الدَّائِرَةِ هِيَ نَفْسُ نَقْطَةِ الْقُطْبِ الَّتِي كَانَ مَحْوَرُ الْأَرْضِ قَدْ غَادَرَهَا مُنْذُ (25800) سَنَةٍ. وَتَكُونُ الْأَرْضُ خِلَالَ تِلْكَ الْحِقْبَةِ الطَّوِيلَةِ مِنَ الزَّمَنِ قَدْ رَسَمَتْ بِمَحْوَرِهَا فِي الْقُبَّةِ الشَّمَالِيَّةِ لِلسَّمَاءِ مَحْرُوطاً وَهَمِيّاً، رَأْسُهُ عِنْدَ مَرْكَزِ الْأَرْضِ، وَقَاعِدَتُهُ هِيَ تِلْكَ الدَّائِرَةُ الْوَهْمِيَّةُ فِي السَّمَاءِ، الَّتِي أَشْرْنَا إِلَيْهَا. كَمَا تَكُونُ قَدْ رَسَمَتْ مَحْرُوطاً آخَرَ وَهَمِيّاً، بِمَحْوَرِهَا أَيْضاً، فِي الْقُبَّةِ الْجَنُوبِيَّةِ لِلسَّمَاءِ، عَلَى غِرَارِ الْمَحْرُوطِ الْأَوَّلِ. وَنُقْطَةُ النِّقَاطِ رَأْسِي الْمَحْرُوطَيْنِ تَكُونُ فِي مَرْكَزِ الْأَرْضِ.

وَمَعَ تَغْيِيرِ اتِّجَاهِ الْمَحْوَرِ الْأَرْضِيِّ، فِي كُلِّ عَامٍ، مِنْ مَكَانِ الْقُطْبِ السَّمَائِيِّ الْقَدِيمِ إِلَى مَكَانِ الْقُطْبِ السَّمَائِيِّ الْجَدِيدِ، يَتَغَيَّرُ مَوْقِعُ نَقْطَةِ الصُّعُودِ عَلَى خَطِّ الْإِسْتِوَاءِ، مِمَّا يَجْعَلُ الشَّمْسُ تَتَعَامَدُ عَلَى خَطِّ الْإِسْتِوَاءِ عِنْدَ تِلْكَ النُّقْطَةِ يَوْمَ (21) آذَارَ، قَبْلَ مَوْعِدِ تَعَامُدِهَا عَلَيْهَا فِي الْعَامِ السَّابِقِ بِزَمَنِ يَقِلُّ قَلِيلاً عَنْ (20) دَقِيقَةٍ. وَيَعْنِي ذَلِكَ أَنَّ الْفُصُولَ الثَّلَاثَةَ الْآخَرَى سَتَتَقَدَّمُ بِدَايَةِ كُلِّ مِنْهَا بِنَفْسِ الْمِقْدَارِ الزَّمَنِيِّ، أَيِ (20) دَقِيقَةٍ تَقْرِيباً فِي كُلِّ عَامٍ عَنِ الْعَامِ الَّذِي سَبَقَهُ.

وَمَعَ اسْتِمْرَارِ هَذِهِ الْمُبَاكَرَةِ *Precession of the equinoxes* أَيِ حُلُولِ الْفُصُولِ قَبْلَ أَوَانِهَا فِي كُلِّ عَامٍ - نَجِدُ أَنَّهُ بَعْدَ مُرُورِ (2375) سَنَةٍ، سَيَحُلُّ كُلُّ مِنَ الْفُصُولِ الْأَرْبَعَةِ مُبَكِّراً بِمِقْدَارِ شَهْرٍ عَنْ مَوْعِدِهِ الَّذِي كَانَ يَأْتِي فِيهِ عِنْدَ بَدَايَةِ هَذَا التَّارِيخِ - أَيِ مُنْذُ (2375) سَنَةٍ - وَهَذَا يَعْنِي أَنَّ الرَّبِيعَ سَيَمِيلُ إِلَى الْبُرُودَةِ، وَسَيُصْبِحُ الصَّيْفُ أَكْثَرَ اعْتِدَالاً، وَسَتَرْفَعُ قَلِيلاً حَرَارَةُ الْخَرِيفِ، وَسَتَقِلُّ قَلِيلاً بُرُودَةُ الشِّتَاءِ. أَمَّا إِذَا مَا انْتَضَرْنَا حَتَّى مُرُورِ (7125) سَنَةٍ مِنَ الْآنِ، فَإِنَّ

ذَلِكَ، وَأَضَافَ إِلَيْهِ أَثَرُ جَاذِبِيَّةِ الشَّمْسِ قَانِلاً: لَوْ أَنَّ الْأَرْضَ كَانَتْ كُرَةً كَامِلَةً الْإِسْتِدَارَةَ، لَاقْتَصَرَ أَثَرُ جَذْبِ الشَّمْسِ فِيهَا عَلَى إِمْسَاكِهَا مِنْ أَنْ تُفْلِتَ مِنْ قَبْضَتِهَا فَقَطْ، أَمَّا وَأَنَّ الْأَرْضَ مُتَفَتِّحَةٌ عِنْدَ خَطِّ اسْتِوَائِهَا، فَإِنَّ تِلْكَ الْجَاذِبِيَّةَ تَعْمَلُ فِي مِثْلِ هَذِهِ الْحَالَةِ، وَبِالْتَّضَافِ مَعَ الْقَمَرِ، عَلَى تَرْنُحِ الْأَرْضِ طِيلَةً دَوْرَتِهَا الْإِنْتِقَالِيَّةِ. هَذَا التَّرْنُحُ الَّذِي يُؤَدِّي إِلَى تَغْيِيرِ مَوْقِعِ الْقُطْبَيْنِ السَّمَائِيِّينِ بِالنِّسْبَةِ لِسُكَّانِ الْأَرْضِ، وَتَغْيِيرِ مَوْقِعِ الْقُطْبَيْنِ الْأَرْضِيِّينَ أَيْضاً.

تَغْيِيرُ مَوْقِعِ الْقُطْبِ السَّمَائِيِّ وَمُبَاكَرَةُ الْإِعْتِدَالَيْنِ

إِنَّ تَرْنُحَ الْأَرْضِ أَثْنَاءَ دَوْرَتِهَا الْإِنْتِقَالِيَّةِ حَوْلَ الشَّمْسِ يُؤَدِّي إِلَى زَحْزَحَةِ مَحْوَرِ الْأَرْضِ قَلِيلاً عَنْ نُقْطَتَيْ الْقُطْبَيْنِ الْجُغَرَاْفِيَّيْنِ السَّمَائِيِّيْنِ، وَاللَّتَيْنِ نَعْتَبِرُهُمَا نَظَرِيّاً نُقْطَتَيْنِ ثَابِتَتَيْنِ لَا يَتَغَيَّرُ مَكَانُهُمَا. وَيُمَثِّلُ آخِرُ نَجْمٍ فِي ذَيْلِ (الدَّبِّ الْأَصْغَرِ)، وَهُوَ مَا نَدْعُوهُ (النَّجْمُ الْقُطْبِيَّ)، نُقْطَةَ الْقُطْبِ السَّمَائِيِّ، وَالَّتِي كُنَّا نَعْتَبِرُ أَنَّ مَحْوَرِ الْأَرْضِ لَا يَغْيَرُ اتِّجَاهَهُ نَحْوَهَا أَبَداً. وَتُؤَدِّي تِلْكَ الزَّحْزَحَةُ إِلَى ابْتِعَادِ مَحْوَرِ الْأَرْضِ عَنِ النُّقْطَةِ الَّتِي كَانَ قَائِماً فِيهَا عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ بِمِقْدَارِ (12) مِثْراً سَنَوِيّاً، وَتُقَابِلُ هَذِهِ الْمَسَافَةَ فِي السَّمَاءِ خَطٌّ مُنْحَنٍ وَهَمِيٌّ هَائِلُ الطُّوْلِ، تَكُونُ فِي أَوَّلِهِ نَقْطَةُ الْقُطْبِ السَّمَائِيِّ الْقَدِيمَةِ، وَتَكُونُ عِنْدَ نِهَائِهِ نَقْطَةُ الْقُطْبِ السَّمَائِيِّ الْجَدِيدَةِ.

وَمَعَ تَزَايُدِ ابْتِعَادِ مَحْوَرِ الْأَرْضِ عَنْ مَوْقِعِهِ الْأَوَّلِ عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ عَاماً بَعْدَ عَامٍ، يَزْدَادُ امْتِدَادُ الْخَطِّ الْوَهْمِيِّ الْمُتَّخِذِي فِي السَّمَاءِ، وَيَزْدَادُ مَعَهُ ابْتِعَادُ نَقْطَةِ الْقُطْبِ السَّمَائِيِّ عَنْ مَكَانِهَا الْأَوَّلِ، وَذَلِكَ بِالنِّسْبَةِ لِسُكَّانِ الْأَرْضِ الَّذِينَ لَنْ يَلْحَظُوا ذَلِكَ التَّغْيِيرَ فِي الْمَوْقِعِ بِوُضُوحٍ قَبْلَ مُرُورِ مِائَاتِ السِّنِينَ، نَظراً لِلْبُعْدِ الْهَائِلِ بَيْنَنَا وَبَيْنَ نَجْمِ الْقُطْبِ.

الفصول الأربعة ستبداً مَوَاقِعَهَا، إِذْ يُصْبِحُ الرَّبِيعُ شِتَاءً،
وَالشِّتَاءُ خَرِيفاً، وَالْخَرِيفُ صَيْفاً، وَالصَّيْفُ رَبِيعاً.

مُبَاكَرَةُ الْبُرُوجِ

إِنَّ الْمُبَاكَرَةَ الَّتِي حَدَّثْتُ، كَمَا رَأَيْتُنَا، فِي تَعَامُدِ أَشْعَةِ
الشَّمْسِ عَلَى خَطِّ الاسْتَوَاءِ عِنْدَ نُقْطَةِ الصُّعُودِ، تَجْعَلُ الْخَطَّ
الْوَهْمِيَّ الْمُمتَدِّ مِنَ الْأَرْضِ إِلَى بَدَايَةِ الْبُرْجِ السَّمَاوِيِّ، وَبَيْنَهُمَا
الشَّمْسُ، يَوْمَ (21) آذَارَ، لَا يَقَعُ عَلَى بَدَايَةِ الْبُرْجِ، كَمَا كَانَ
عَلَيْهِ الْأَمْرُ فِي الْعَامِ السَّابِقِ، وَإِنَّمَا يَقَعُ قَبْلَ بَدَايَتِهِ بِقَلِيلٍ.

وَبَعْدَ انْقِضَاءِ مُدَّةِ (2375) عَاماً، نَجِدُ أَنَّ ذَلِكَ الْخَطَّ
الْوَهْمِيَّ قَدْ غَادَرَ ذَلِكَ الْبُرْجَ لِيَتَعَامَدَ يَوْمَ (21) آذَارَ مَعَ الْبُرْجِ
الَّذِي يَقَعُ قَبْلَهُ عَلَى دَائِرَةِ الْبُرُوجِ.

وَهَذَا مَا يَحْدُثُ أَيْضاً عِنْدَ بَدَايَةِ كُلِّ فَصْلٍ مِنَ الْفُصُولِ
الثَّلَاثَةِ الْأُخْرَى.

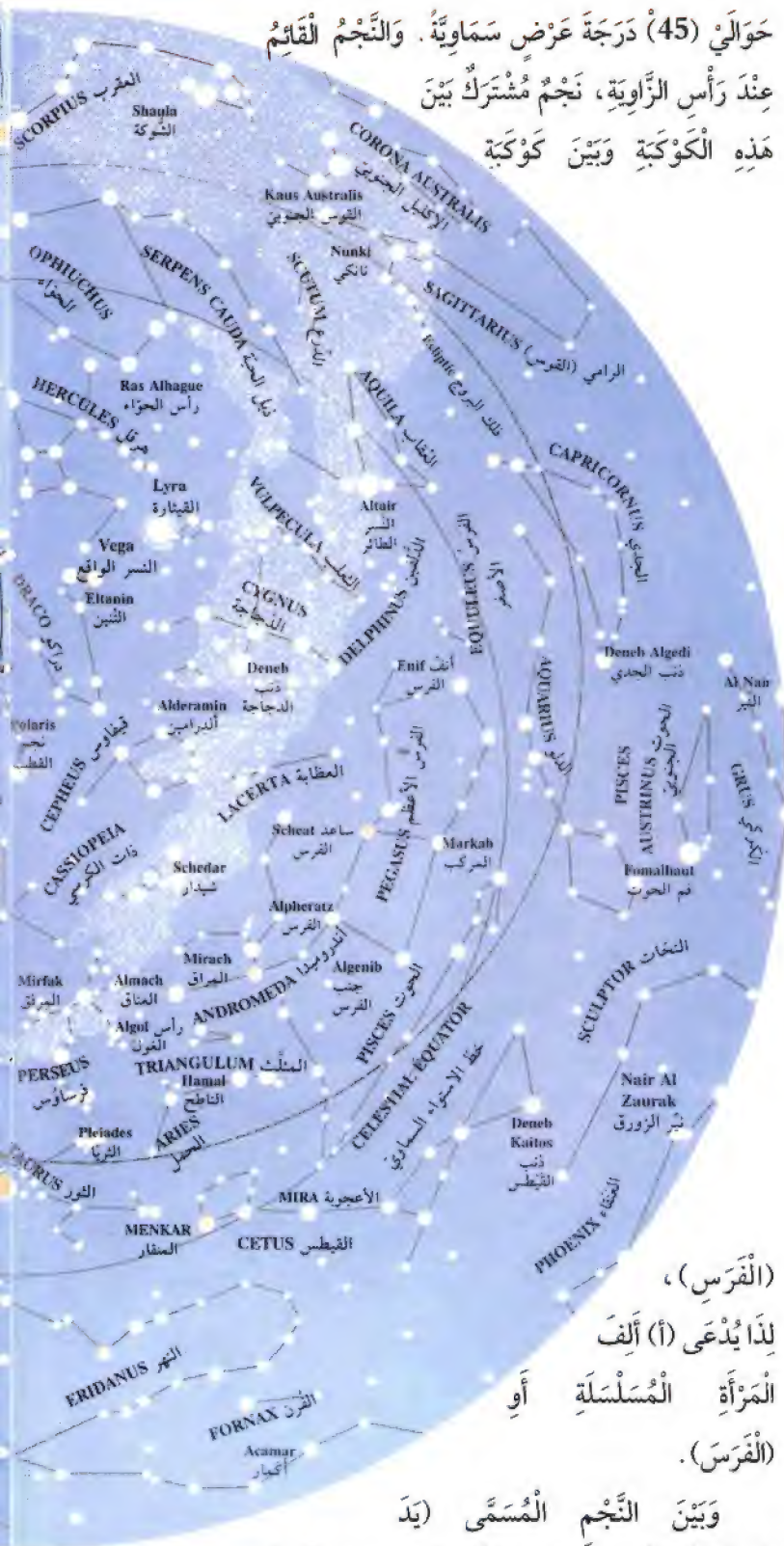
وَعَلَى هَذَا الْأَسَاسِ، نَسْتَطِيعُ أَنْ نَفْسِّرَ مَا نَقَلْتُهُ إِلَيْنَا
الْوَثَائِقُ التَّارِيخِيَّةُ مِنْ أَنَّهُ مُنْذُ عَامِ (2825) ق.م، كَانَتْ
الشَّمْسُ تَدْخُلُ (بُرْجَ الثَّوْرِ) يَوْمَ (21) آذَارَ، وَكَيْفَ أَنَّهَا
أَصْبَحَتْ مُنْذُ عَامِ (450) ق.م، تَدْخُلُ (بُرْجَ الْحَمَلِ) يَوْمَ
(21) آذَارَ، وَكَيْفَ أَنَّهَا بَدَأَتْ مُنْذُ حَوَالِي (62) سَنَةً تَدْخُلُ
(بُرْجَ الْحُوتِ) يَوْمَ (21) آذَارَ، حَيْثُ سَتَظَلُّ فِيهِ لِمُدَّةِ (2313)
سَنَةً قَادِمَةً، لِتُغَادِرَهُ بَعْدَهَا إِلَى (بُرْجِ الدَّلْوِ أَوْ السَّاقِي).

كوكبات السماء الشمالية وبروجها

كوكبة المرأة المسلسلة Andromeda

تَقَعُ بَيْنَ كوكبة (ذَاتِ الْكُرْسِيِّ) مِنْ جِهَةٍ، وَبَيْنَ بُرْجِ
(الْحُوتِ) مِنْ جِهَةٍ أُخْرَى. وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (8) نُجُومٍ تَنْتَظِمُ عَلَى
شَكْلِ رَاوِيَةٍ حَادَّةٍ، ضِلَعَاهَا خَطَانِ مُنْكَسِرَانِ، يَتَعَامَدُ عَلَى أَحَدِهِمَا
خَطُّ مُسْتَقِيمٍ قَصِيرٍ. أَقْرَبُ نُجُومِهَا إِلَى الْقُطْبِ السَّمَاوِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ

حَوَالِي (45) دَرَجَةً عَرْضِ سَمَاوِيَّةٍ. وَالنَّجْمُ الْقَائِمُ
عِنْدَ رَأْسِ الرَّاوِيَةِ، نَجْمٌ مُشْتَرَكٌ بَيْنَ
هَذِهِ الْكوكبة وَبَيْنَ كوكبة



(الْفَرَسِ)،

لِذَا يُدْعَى (أ) أَلْفَ

الْمَرْأَةِ الْمُسْلَسَلَةِ أَوْ

(الْفَرَسِ).

وَبَيْنَ النَّجْمِ الْمُسَمَّى (يَدَ

الْمَرْأَةِ الْمُسْلَسَلَةِ) وَالنَّجْمِ الْمُسَمَّى (رِجْلَ الْمَرْأَةِ

الْمُسْلَسَلَةِ)، وَفِي أَعْمَاقِ الْفَضَاءِ، تَمَّ اكْتِشَافُ

خريطة القبة



زُمُرْدَةُ خَضِرَاءُ.
وَقَدْ تَبَيَّنَ أَنَّ كُلًّا
مِنْهُمَا يَدُورُ حَوْلَ
الْآخِرِ دَوْرَةً وَاحِدَةً
كُلَّ (55) سَنَةً،
وَأَنَّهُمَا يَتَعَدَّانِ عَنَّا
مَسَافَةً (400) سَنَةً
ضَوْوِيَّةً.

كوكبة بُرْجِ الدَّلْوِ أَوْ السَّاقِي Aquarius



يَقَعُ بَيْنَ (بُرْجِ)
الْجَدْيِ وَكوكبةِ
(الْفَرَسِ الْأَعْظَمِ).
وَيَتَأَلَّفُ مِنْ (11)
نَجْمًا تُشَكِّلُ خَطًّا
مُنْكَسِرًا، سَنَةً
نُجُومٍ مِنْهَا لَامِعَةٌ

بَعْضُ الشَّيْءِ، إِذْ إِنَّهَا مِنَ الدَّرَجَةِ الرَّابِعَةِ، أَهْمُهَا (سَعْدُ
السُّعُودِ) وَ(سَعْدُ الْمَلِكِ)، وَمَا تَبَقَّى مِنْهَا فَنُجُومٌ خَافِتَةٌ مِنْ
الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ. وَأَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ
عَنْهُ مِقْدَارَ (89) دَرَجَةٍ عَرْضِ سَمَاوِيَّةً.

كوكبة الْعُقَابِ Aquila

تَقَعُ بَيْنَ كوكبةِ (السَّهْمِ) مِنْ جِهَةٍ، وَبَيْنَ بُرْجِ (الْقَوْسِ)
أَوْ الرَّامِي مِنْ جِهَةٍ أُخْرَى، كَمَا تُجَاوِرُ بُرْجَ (الْجَدْيِ).
وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (7) نُجُومٍ تَنْتَظِمُ فِي مُنْثَلٍ ذِي قَاعِدَةٍ عَلَى شَكْلِ
زَاوِيَةٍ، انْفِرَاجُهَا يُوَاجِهُ بُرْجَ (الْقَوْسِ أَوْ الرَّامِي). وَأَقْرَبُ
نُجُومِهَا إِلَى نَجْمِ الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ حَوَالِي (79)

الْمَجَرَّةُ الْمُسَمَّاةُ (مُسَيَّه 31) أَوْ (M31)، وَهِيَ
الْمَجَرَّةُ الْوَحِيدَةُ الَّتِي يُمَكِّنُ لِلْعَيْنِ
الْمُجَرَّدَةِ أَنْ تَرَاهَا مِنْ بَيْنِ
مَجَرَّاتِ سَمَاءِ نِصْفِ
الْكُرَّةِ الشَّمَالِيِّ.
وَفِي

كوكبةِ
الْمَرْأَةِ

الْمُسْلَسَلَةِ نُجْمٌ

يُدْعَى (عَنَاقُ الْأَرْضِ)

أَوْ (ج) جَيْمُ الْمَرْأَةِ الْمُسْلَسَلَةِ،

وَهُوَ نُجْمٌ مُزْدَوِجٌ يُعْتَبَرُ مِنْ أَجْمَلِ

النُّجُومِ الْمُزْدَوِجَةِ حِينَ نَنْظُرُ إِلَيْهِ بِالْمِرْقَبِ، إِذْ
يَبْدُو الْأَوَّلُ بِلَوْنِ الْبَاقُوْتَةِ الصَّفْرَاءِ، أَمَّا الثَّانِي فَكَأَنَّهُ

السَّمَاوِيَّةِ الشَّمَالِيَّةِ



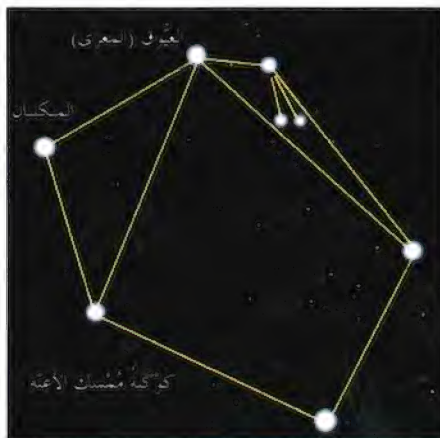
فِي مُضَلَعٍ خُمَاسِيٍّ غَيْرِ مُنْتَظَمٍ، وَأَقْرَبُ نُجُومِهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ بِمِقْدَارِ (44) دَرَجَةَ عَرْضِ سَمَاقِيَّةٍ. وَأَهْمُ نَجْمٍ فِي هَذِهِ الْكَوْكَبَةِ النَّجْمُ الْمُسَمَّى (أ) مُمَسِّكُ الْأَعِنَّةِ أَوْ (الْعَيُوقُ) أَوْ (الْمِعْزَى)، وَهُوَ مِنْ نُجُومِ الْمَرْتَبَةِ الْأُولَى.

وَقَدْ دُعِيَ النَّجْمَانِ الْخَافَتَانِ الْقَرِيبَانِ مِنَ (الْمِعْزَى)، وَالْوَاقِعَانِ خَارِجَ هَذِهِ الْكَوْكَبَةِ، بِاسْمِ (الْجَدْيَيْنِ).

وَيَحْتَلُّ (الْعَيُوقُ) بِلَمَعَانِهِ الْمَرْتَبَةَ الثَّانِيَةَ بَعْدَ نَجْمِ (النَّسْرِ الْوَاقِعِ)، وَيُشَابِهُ بِلَمَعَانِهِ نَجْمَ (السَّمَكَ الرَّامِحِ). وَتِلْكَ النُّجُومُ الثَّلَاثَةُ هِيَ أَكْثَرُ نُجُومِ النُّصْفِ الشَّمَالِيِّ لِلْقَبَةِ السَّمَاقِيَّةِ لَمَعَانًا.

وَيَزِيدُ ضَوْءُ (الْعَيُوقِ) عَلَى ضَوْءِ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (105) مَرَّاتٍ. وَقَدْ كَشَفَتِ الْمَرَاقِبُ عَنْ وُجُودِ تَوَامٍ لـ (الْعَيُوقِ) يَزِيدُ لَمَعَانُهُ عَلَى لَمَعَانِ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (80) مَرَّةً. وَيَدُورُ كُلُّ مَنْ التَّوَامَيْنِ حَوْلَ تَوَامِهِ فِي مَدَّةِ (104) أَيَّامٍ.

وَيَزِيدُ قُطْرُ (الْعَيُوقِ) عَلَى قُطْرِ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (11) مَرَّةً، أَيْ أَنَّ حَجْمَهُ يَكْبُرُ حَجْمَ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (1200) مَرَّةً، أَمَّا وَزْنُهُ فَلَا يَزِيدُ عَلَى (4.5) مَرَّاتٍ عَلَى وَزْنِ الشَّمْسِ، وَلَوْْنُهُ أَصْفَرٌ. أَمَّا تَوَامُهُ فَيَعَادِلُ قُطْرُهُ (1/2) قُطْرَ (الْعَيُوقِ)، وَلَا يَزِيدُ وَزْنُهُ عَلَى (5/4) وَزْنِ (الْعَيُوقِ)، وَلَوْْنُهُ أَصْفَرٌ أَيْضًا. وَالنَّجْمُ الثَّانِي الْأَهَمُّ فِي كَوْكَبَةِ (مُمَسِّكِ الْأَعِنَّةِ) هُوَ نَجْمٌ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّانِيَةِ، وَمُشْتَرِكٌ مَعَ (بُرْجِ الثَّوْرِ). وَهُنَاكَ نَجْمٌ يَقَعُ عَلَى نَفْسِ دَرَجَةِ عَرْضِ (الْعَيُوقِ) يُدْعَى (ب) بَاءُ الْعَيُوقِ أَوْ (الْمِنْكِلَانِ)، وَهُوَ نَجْمٌ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّالِثَةِ. وَقَدْ أَظْهَرَتِ الْمَرَاقِبُ أَنَّهُ نَجْمٌ

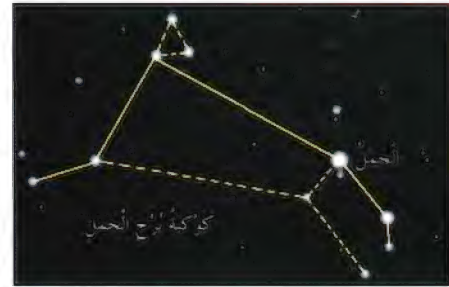


دَرَجَةَ عَرْضِ سَمَاقِيَّةٍ. وَأَكْثَرُ نُجُومِهَا لَمَعَانًا النَّجْمُ الْمُسَمَّى (النَّسْرُ الطَّائِرُ)، وَقَدْ سُمِّيَ بِذَلِكَ وَفَقَ مَا جَاءَتْ بِهِ الْأُسْطُورَةُ الْيُونَانِيَّةُ



الَّتِي تَقُولُ: (إِنَّ هَذِهِ الْكَوْكَبَةَ هِيَ عُشْرُ نَسْرِ ضَخْمٍ يَجُوبُ أَنْحَاءَ مَجَرَّتِنَا - الَّتِي تَقَعُ فِيهَا هَذِهِ الْكَوْكَبَةُ - وَأَنَّهُ فِي كُلِّ مَرَّةٍ يُنْهِي فِيهَا جَوْلَتَهُ، يَعُودُ لِيَسْتَرِيحَ فِي هَذِهِ الْكَوْكَبَةِ قَبْلَ انْطِلَاقِهِ مِنْهَا مِنْ جَدِيدٍ).

كَوْكَبَةُ بُرْجِ الْحَمَلِ Aries

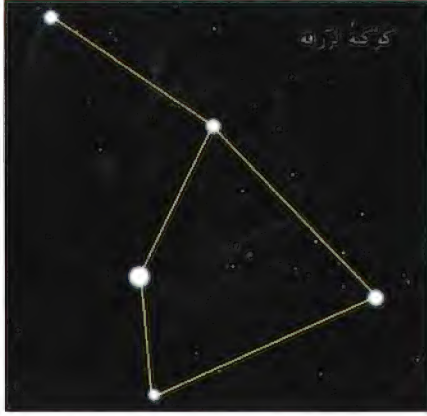


يَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَةِ (الْمُثَلِّثِ) مِنْ جِهَةٍ، وَبَيْنَ (بُرْجِ الْخُوتِ) مِنْ جِهَةٍ ثَانِيَةٍ. وَيَتَأَلَّفُ مِنْ (3) نُجُومٍ تَوَلَّفَ مَثَلًا صَغِيرًا مُنْفَرَجَ الزَّوَايَةِ، اثْنَانِ مِنْهُمَا مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّالِثَةِ، أَمَّا النَّجْمُ الثَّالِثُ فَخَافَتْ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ. وَأَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهِ إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ حَوَالِي (67) دَرَجَةَ عَرْضِ سَمَاقِيَّةٍ، وَهُوَ النَّجْمُ الْمُسَمَّى (الْحَمَلُ) بِاسْمِ الْبُرْجِ.

كَوْكَبَةُ مُمَسِّكِ الْأَعِنَّةِ (رَاكِبِ الْعَرَبَةِ أَوْ سَائِقِهَا) Auriga

تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَةِ (فِرْسَاوَسِ) مِنْ جِهَةٍ، وَبَيْنَ بُرْجِ (التَّوَامَيْنِ) مِنْ جِهَةٍ أُخْرَى. وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (6) نُجُومٍ تَنْتَظِمُ

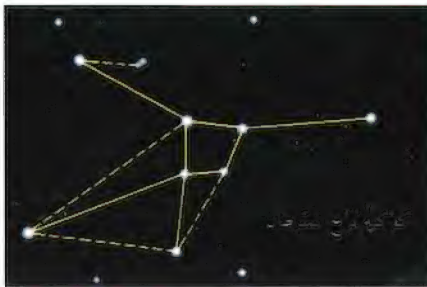
كوكبة الزرافة Camelopardalis



تقع بين كوكبة (الدب الأصغر) من جهة، وكوكبة (فرساوس) أو (بيرسوس) من جهة أخرى. وأقرب نجم فيها إلى نجم القطب يبعد عنه بمقدار (18) درجة عرض سماوية تقريباً.

وتتألف من (4) نجوم تشكل فيما بينها شبه منحرف تكون قاعدته الصغرى باتجاه نجم القطب. ونجوم هذه الكوكبة كلها خافتة، إذ إنها من المرتبة الخامسة.

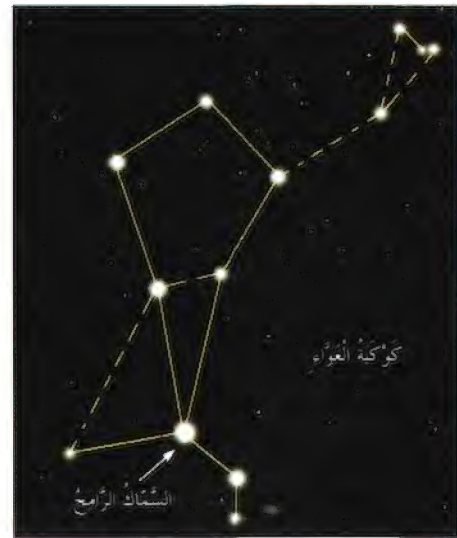
كوكبة برج السرطان Cancer



تقع هذه الكوكبة بين (برج الثورمين) من جهة و(برج الأسد) من جهة أخرى. وتتألف من (4) نجوم تنظم في خطوط مستقيمة، ثلاثة تلنقي عند نقطة واحدة مشكّلة حولها (3) زوايا. ونجوم هذا البرج كلها خافتة من المرتبة الخامسة، أقربها إلى القطب الشمالي يبعد عنه مقدار (51) درجة عرض سماوية. وفي أعماق السماء، خلف هذا البرج، ترى

مزدوج، وأن كلاً من الثورمين أكبر من الشمس، ويزيد ضوء كل منهما بنحو (50) مرة على ضوء الشمس، ويبعدان عنا بمقدار (100) سنة ضوئية، ويدوران حول بعضهما في أقل من (4) أيام قليل، ويكشف كل منهما الآخر، فيهبط لمعان كل منهما إلى (5/1) لمعانه الأصلي.

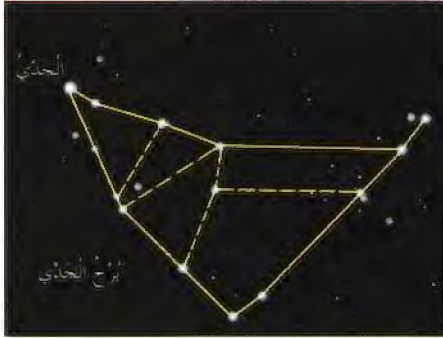
كوكبة العواء Boötes



تقع بين كوكبة (الدب الأكبر) وكوكبة (الإكليل الشمالي). وتتألف من (7) نجوم أقربها إلى نجم القطب يبعد عنه حوالي (50) درجة عرض سماوية. وتؤلف فيما بينها مضلعاً ذا خمسة أضلاع. وأكثر هذه النجوم لمعاناً أبعدها عن نجم القطب، وهو النجم المسمى (السماك الرابع) أو (أ) ألف العواء، وهو من نجوم المرتبة الأولى، إنما يأتي بعد نجم (النسر الواقع) الموجود في كوكبة (اللورا أو السلياق) من حيث لمعانه.

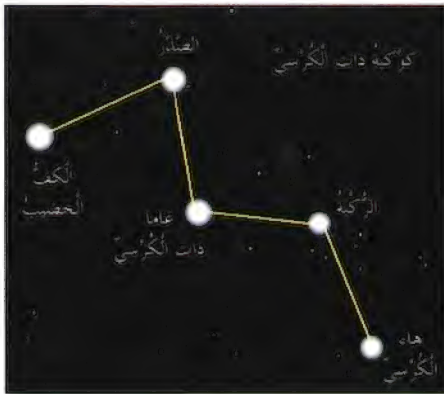
ووقع نجم (السماك الرابع) على بعد (68) درجة عرض سماوية عن نجم القطب، يمكن جميع سكان الأرض من رؤيته، باستثناء من هو موجود منهم خلف الدائرة القطبية الجنوبية.

كوكبة بُرْجِ الجَدْيِ Capricornus



تَقَعُ بَيْنَ بُرْجَيِ (القَوْسِ أَوْ الرَّامِي) وَ(الدَّلْوِ أَوْ السَّاقِي). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (13) نَجْمًا تُشَكِّلُ فِيمَا بَيْنَهَا مِثْلًا مُنْفَرَجَ الزَّائِدَةِ، ضِلْعَاهُ مُنْكَسِرَانِ. وَأَكْثَرُ نُجُومِهِ لَمَعَانًا نَجْمُ (الجَدْيِ) الَّذِي يَقَعُ فِي أَحَدِ رُؤُوسِ الْمُثَلَّثِ، وَهُوَ نَجْمٌ مُزْدَوِجٌ، ثُمَّ نَجْمُ (ذَنَبِ الجَدْيِ) الَّذِي يَقَعُ فِي الرَّأْسِ الثَّانِي مِنَ الْمُثَلَّثِ، وَكِلَاهُمَا مِنْ نُجُومِ الْمَرْتَبَةِ الثَّالِثَةِ، وَيَلِيهِمَا ثَلَاثَةُ نُجُومٍ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الرَّابِعَةِ، أَمَّا بَقِيَّةُ نُجُومِهِ فَخَافِتَةٌ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ. وَأَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهِ إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ نَجْمُ (الجَدْيِ)، إِذْ يَبْعُدُ عَنْهُ (99) دَرَجَةً عَرْضِ سَمَاوِيَّةٍ.

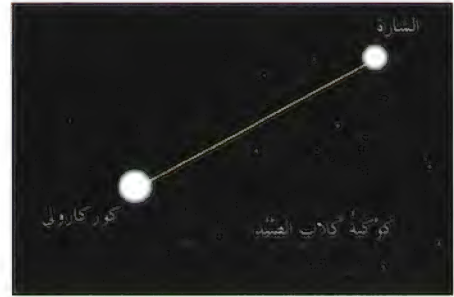
كوكبة ذَاتِ الْكُرْسِيِّ Cassiopeia



تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَةِ (الدَّبِّ الْأَصْغَرِ) مِنْ جِهَةٍ، وَكَوْكَبَةِ (الْمَرْأَةِ الْمُسْلَسَلَةِ) أَوْ (أندروميدا) مِنْ جِهَةٍ أُخْرَى. وَأَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهَا إِلَى نَجْمِ الْقُطْبِ يَبْعُدُ عَنْهُ حَوَالِي (26) دَرَجَةً سَمَاوِيَّةً. وَتُرَى

الْمَجَرَّةُ الْمُسَمَّاةُ (M44)، عِنْدَمَا يُوجَّهُ الْمِرْقَبُ نَحْوَ النُّقْطَةِ الْمُجَاوِرَةِ لِلنَّجْمِ الْوَاقِعِ عِنْدَ التَّقَاءِ الْخُطُوطِ الْمُسْتَقِيمَةِ الثَّلَاثَةِ الَّتِي تَقَعُ نُجُومُ هَذَا الْبُرْجِ فِي نَهَايَاتِهَا. كَمَا يُلَاحَظُ فِي هَذَا الْبُرْجِ الْوَاقِعِ بَيْنَ (بُرْجِ الْأَسَدِ) وَ(بُرْجِ التَّوَأْمَيْنِ) جَمْعٌ مِنَ النُّجُومِ، يُرَى بِالْمِرْقَبِ، يُدْعَى (النَّثْرَةُ) أَوْ (خَلِيَّةُ النَّحْلِ)، وَقَدْ لُوحِظَ وُجُودُ مَا يُشْبِهُ السَّحَابَةَ الْبَيْضَاءَ أَمَامَ النَّجْمَيْنِ الْمُمَيَّزَيْنِ فِي (النَّثْرَةِ).

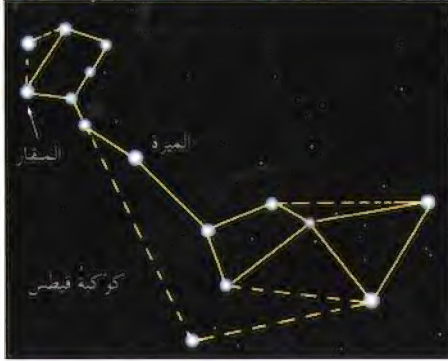
كوكبة كِلَابِ الصَّيْدِ (السَّلُوقِيَّانِ) Canes Venatici



تَقَعُ هَذِهِ الْكَوْكَبَةُ بَيْنَ كَوْكَبَةِ (الدَّبِّ الْأَكْبَرِ) مِنْ جِهَةٍ، وَ(بُرْجِ السُّبُلَةِ أَوْ الْعَذْرَاءِ) مِنْ جِهَةٍ ثَانِيَةٍ. وَأَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهَا إِلَى نَجْمِ الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ حَوَالِي (48) دَرَجَةً سَمَاوِيَّةً.

وَتَتَأَلَّفُ مِنْ نَجْمَيْنِ اثْنَيْنِ فَقَطْ، أَبْعَدُهُمَا عَنِ الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يُسَمَّى (أ) أَلِفَ كِلَابِ الصَّيْدِ أَوْ (كوركارولي)، وَهُوَ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّالِثَةِ. وَقَدْ تَبَيَّنَ بِالْمِرْقَبِ أَنَّهُ نَجْمٌ مُزْدَوِجٌ، إِلَّا أَنَّ تَوَأْمَهُ خَافِتُ اللَّمَعَانِ كَثِيرًا، وَلَا يُمْكِنُ رُؤْيُتُهُ إِلَّا بِالْمِرْقَبِ. أَمَّا النَّجْمُ الثَّانِي، وَالْأَقْرَبُ إِلَى نَجْمِ الْقُطْبِ، فَيُدْعَى (ب) بَاءَ كِلَابِ الصَّيْدِ أَوْ نَجْمِ (الشَّارَةِ). وَمِمَّا يَجْدُرُ ذِكْرُهُ أَنَّ السَّيْدِيمَ اللَّوَلِيَّ الْمُسَمَّى (الدَّوَامَةَ)، وَالَّذِي اكْتُشِفَ عَامَ 1845م، يَقَعُ خَلْفَ هَذِهِ الْكَوْكَبَةِ.

نُجُومٌ مِنَ الدَّرَجَتَيْنِ الرَّابِعَةِ وَالْخَامِسَةِ. وَأَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ (80) دَرَجَةَ عَرْضِ سَمَائِيَّةٍ.



كوكبة شعر برنيقة (الهلبة) Coma Berenices

تَقَعُ هَذِهِ الْكُوكَبَةُ بَيْنَ (بُرْجِ السُّبُلَةِ أَوْ الْعُذْرَاءِ) مِنْ جِهَةٍ، وَبَيْنَ كُوكَبَةِ (الْعَوَاءِ) مِنْ جِهَةٍ أُخْرَى. وَمَعَ أَنَّهَا مُؤَلَّفَةٌ مِنْ مَجْمُوعَةٍ مِنَ النُّجُومِ الْبَرَّاقَةِ الَّتِي تُشَبِّهُ الشَّعْرَ الذَّهَبِيَّ الْمُتَمَوِّجَ، إِلَّا أَنَّ الْعَيْنَ لَا تَرَى مِنْهَا إِلَّا نَجْمَيْنِ خَافَتَيْنِ يَقَعَانِ فِي نَهَائَتَيْ خَطِّ مُسْتَقِيمٍ وَهَمِيٍّ يَصِلُ بَيْنَهُمَا. وَأَقْرَبُ نُجُومِهَا إِلَى نَجْمِ الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ مِقْدَارَ (62) دَرَجَةَ عَرْضِ سَمَائِيَّةٍ.

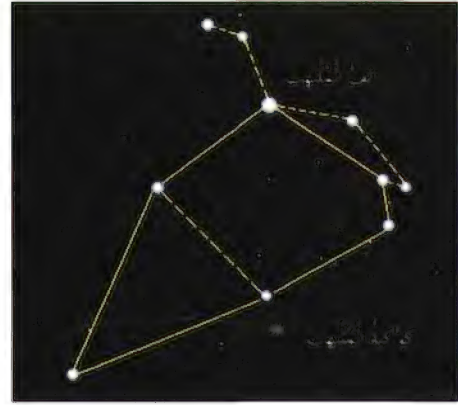


كوكبة الإكليل الشمالي Corona Borealis

تَقَعُ بَيْنَ كُوكَبَتَيْ (الْعَوَاءِ) وَ(الْجَانِي)، وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (7) نُجُومٍ، أَقْرَبُهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ حَوَالِي (5) دَرَجَاتٍ عَرْضِ سَمَائِيَّةٍ. وَهِيَ عَلَى شَكْلِ قَوْسٍ، فِيهَا نَجْمٌ وَاحِدٌ لَا مَعِ

نُجُومِهَا الْخَمْسَةُ بِوُضُوحٍ مُؤَلَّفَةٍ مَا يُشَبِّهُ حَرْفَ (W). وَأَكْثَرُ نُجُومِهَا لَمَعَانًا النُّجْمُ الْمُسَمَّى (ج) جِيمٍ أَوْ غَامَا ذَاتُ الْكُرْسِيِّ، يَلِيهِ فِي اللَّمَعَانِ آخَرُ نَجْمٍ فِي هَذِهِ الْكُوكَبَةِ، وَهُوَ النُّجْمُ الْمُسَمَّى (ب) بَاءُ ذَاتُ الْكُرْسِيِّ أَوْ (الْكَفِّ الْخَضِيبِ)، وَيُؤَلَّفُ مَعَ النُّجْمِ الَّذِي يَسْبِقُهُ، وَالَّذِي يُدْعَى (الصَّدْرَ)، مُوْطِي قَدَمِي الْجَالِسِ عَلَى الْكُرْسِيِّ. كَمَا يُؤَلَّفُ النُّجْمُ الْمُسَمَّى (الرُّكْبَةُ) وَالنُّجْمُ الَّذِي يَقَعُ فِي النِّهَائَةِ الثَّانِيَةِ لِلْكَرْسِيِّ، وَالْمُسَمَّى (هـ) هَاءُ الْكُرْسِيِّ، مَسْنَدَ الظَّهْرِ لِلْجَالِسِ عَلَى الْكُرْسِيِّ.

كوكبة الملتهب Cepheus

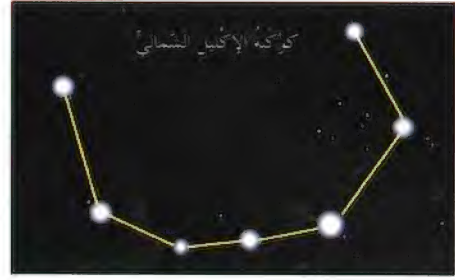


تَقَعُ بَيْنَ كُوكَبَةِ (الدُّبِّ الْأَصْغَرِ) مِنْ جِهَةٍ، وَكُوكَبَةِ (الْوَرَلِ) مِنْ جِهَةٍ أُخْرَى، وَأَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهَا إِلَى نَجْمِ الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ حَوَالِي (12)، وَيُدْعَى (الرَّاعِي). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (5) نُجُومٍ تُشَكِّلُ مُضْلَعًا خُمَاسِيًّا، أَكْثَرُهَا لَمَعَانًا النُّجْمُ الْمُسَمَّى (أ) أَلِفَ الْمُلْتَهَبِ.

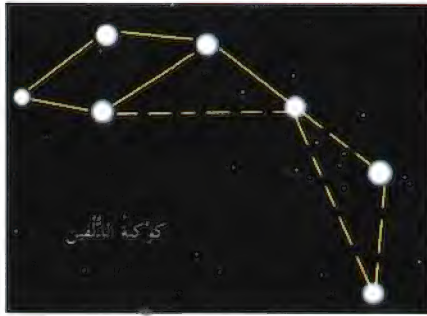
كوكبة قيطس Cetus

تَقَعُ بَيْنَ بُرْجِ (الْحُوتِ) وَبَيْنَ كُوكَبَةِ (النَّهْرِ). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (12) نَجْمًا تَنْتَظِمُ فِي شِبْهِ مُنْحَرَفٍ وَفِي مُضْلَعٍ خُمَاسِيٍّ غَيْرِ مُنْتَظِمٍ يَصِلُ بَيْنَهُمَا خَطٌّ مُسْتَقِيمٌ، وَأَكْثَرُهَا لَمَعَانًا ثَلَاثَةُ نُجُومٍ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّلَاثَةِ هِيَ (الْمُنْقَارُ) وَ(الْمِيرَةُ) وَ(ذَنْبُ قَيْطُسَ)، وَالْبَاقِي

مُزْدَوِجٌ، وَلِكُلِّ مِنَ التَّوَامَيْنِ فِيهِ لَوْنٌ مُخْتَلِفٌ عَنِ الْآخَرِ،
فَأَحَدُهُمَا بُرْتُقَالِيٌّ اللَّوْنِ، أَمَّا ثَانِيَهُمَا فَأَزْرَقِيٌّ. وَتَمْتَازُ كَوْكَبَةُ
(الدَّجَاجَةِ) بِأَنَّهَا حَافِلَةٌ بِعَدَدٍ كَبِيرٍ مِنْ نُجُومٍ مَجَرَّتِنَا، وَلَكِنَّهَا
لَا تُرَى إِلَّا بِالْمِرْقَبِ.



كوكبة الدلفين Delphinus



تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَتَيْ (السَّهْمِ) وَ(الْفَرَسِ الْأَصْغَرِ). وَتَتَأَلَّفُ
مِنْ (5) نُجُومٍ تَنْتَظِمُ فِي مُعَيَّنٍ يَمْتَدُّ مِنْ أَحَدِ رُؤُوسِهِ خَطٌّ
مُسْتَقِيمٌ قَصِيرٌ يُمَثِّلُ ذَنْبَ (الدَّيْلَفِينِ) وَيَنْتَهِي بِنَجْمٍ يُدْعَى نَجْمُ
(الذَّنْبِ). وَأَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهَا إِلَى نَجْمِ الْقُطْبِ يَبْعُدُ عَنْهُ حَوَالِي
(73) دَرَجَةَ عَرْضِ سَمَائِيَّةٍ. وَنُجُومُهُ الْأَرْبَعَةُ مِنَ الْمَرْتَبَةِ
الرَّابِعَةِ، أَمَّا النَجْمُ الْخَامِسُ فَهُوَ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ.

كوكبة التنين Draco

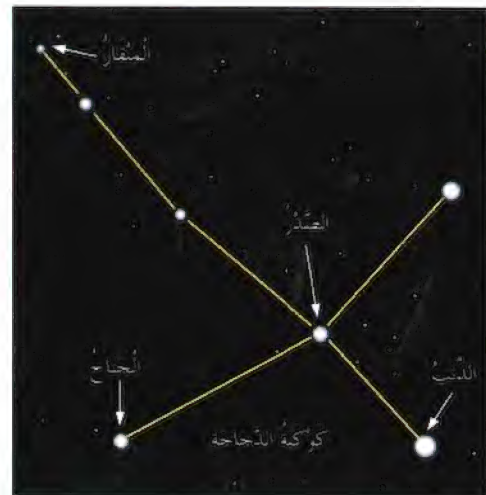
تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَاتِ (الدَّبِّ
الْأَصْغَرِ) وَ(الدَّبِّ الْأَكْبَرِ)
وَ(هَرَقْلَ أَوْ الْجَائِي). وَأَقْرَبُ
نَجْمٍ فِيهَا إِلَى نَجْمِ الْقُطْبِ
السَّمَاوِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ حَوَالِي (17)
دَرَجَةَ عَرْضِ سَمَائِيَّةٍ. يَبْلُغُ
عَدَدُ نُجُومِهَا الَّتِي تُرَى بِالْعَيْنِ
الْمُجَرَّدَةِ (14) نَجْمًا، أَكْثَرُهَا



مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّلَاثَةِ، يُجَاوِرُ النَجْمَ الْأَوْسَطَ فِي تِلْكَ الْقَوْسِ.
وَنُعْتَبِرُ هَذِهِ الْكَوْكَبَةَ الْوَحِيدَةَ بَيْنَ بَاقِي كَوْكَبَاتِ السَّمَاءِ
الَّتِي يَنْطَبِقُ اسْمُهَا عَلَى شَكْلِهَا انْطِبَاقًا تَامًا، إِذْ إِنَّهَا تُشَبِّهُ
الْإِكْلِيلَ تَمَامًا.

كوكبة الدجاجة Cygnus

تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَتَيْ (اللُّورَا) وَ(الدَّيْلَفِينِ)، وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (7)
نُجُومٍ تَنْتَظِمُ عَلَى شَكْلِ خَطَّيْنِ مُتَقَاطِعَيْنِ، يَنْحَرِفُ الْخَطُّ
الْأَطْوَلُ مِنْهُمَا قَلِيلًا عَنِ الْإِسْتِقَامَةِ بَعْدَ نَقْطَةِ التَّقَاطُعِ. وَأَقْرَبُ
نَجْمٍ فِيهَا إِلَى الْقُطْبِ السَّمَاوِيِّ، الْمُسَمَّى (ذَنْبَ الدَّجَاجَةِ)،
يَقَعُ عَلَى بُعْدِ (45) دَرَجَةِ سَمَائِيَّةٍ عَنْهُ، وَهُوَ أَكْثَرُ نُجُومِ هَذِهِ
الْكَوْكَبَةِ لَمَعَانًا، إِذْ إِنَّهُ نَجْمٌ مِنْ نُجُومِ الدَّرَجَةِ الثَّانِيَةِ، وَالنَجْمُ
الْوَاقِعُ عِنْدَ نَقْطَةِ التَّقَاطُعِ بَيْنَ الْخَطَّيْنِ، يُدْعَى (الصَّدْرُ). أَمَّا
النَّجْمَانِ الْمَوْجُودَانِ فِي طَرَفَيْ الْخَطِّ الْمُسْتَقِيمِ الْأَقْصَرِ فَيُدْعَى
كُلُّ مِنْهُمَا بِاسْمِ (الْجَنَاحِ). وَآخِرُ نَجْمٍ عَلَى الْخَطِّ الطَّوِيلِ
يُدْعَى (مِنْقَارَ الدَّجَاجَةِ)، وَقَدْ كَشَفَتِ الْمَرَاصِدُ أَنَّهُ نَجْمٌ





لَا يُظْهِرُ امْتِدَادَهَا عَلَى حَقِيقَتِهِ. وَأَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ (94) دَرَجَةَ عَرْضِ سَمَاطِيَّةٍ. وَيُمْكِنُ، دَاخِلَ هَذِهِ الْكَوْكَبَةِ، رُؤْيَهُ أَكْثَرَ مِنْ (300) نَجْمٍ بِالْعَيْنِ الْمَجْرَدَةِ.

كَوْكَبَةُ بُرْجِ التَّوَأْمَيْنِ Gemini

يَقَعُ هَذَا الْبُرْجُ بَيْنَ كَوْكَبَةِ (مُتْسِكِ الْأَعْنَةِ) مِنْ جِهَةٍ، وَ(بُرْجِ السَّرَطَانِ) مِنْ جِهَةٍ ثَانِيَةٍ. وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (10) نُجُومٍ تَنْتَظِمُ فِي مَضَلَعٍ ذِي سَبْعَةِ أَضْلَاعٍ، يُشَبِّهُ مُسْتَطِيلاً يَغْلُوهُ فِي وَسْطِهِ مُثَلَّثٌ صَغِيرٌ مُتَسَاوِي السَّاقَيْنِ. وَأَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهِ إِلَى نَجْمِ الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ (58) دَرَجَةَ عَرْضِ سَمَاطِيَّةٍ. وَأَكْثَرُ نُجُومِهِ لَمَعَانًا نَجْمَانِ هُمَا: (أ) أَلْفُ التَّوَأْمَيْنِ وَ(ب) بَاؤُهُمَا، وَيُسَمَّيَانِ أَيْضًا بِاسْمِ (نَجْمِ التَّوَأْمِ الْمُقَدَّمِ) وَ(نَجْمِ التَّوَأْمِ الْمُؤَخَّرِ)، وَيُعْرَفَانِ مَعًا بِاسْمِ (الدَّرَاعِ الْمَبْسُوطَةِ)، وَكِلَاهُمَا مِنْ نُجُومِ الدَّرَجَةِ الثَّانِيَةِ.

وَنَجْمُ (التَّوَأْمِ الْمُقَدَّمِ) هُوَ نَجْمٌ مُزْدَوِجٌ، يُمَكِّنُ رُؤْيَهُ تَوَاقُفَهُ بِالْمِرْقَبِ الصَّغِيرِ، وَأَحَدُ التَّوَأْمَيْنِ يَفُوقُ نُورُهُ نُورَ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (23) مَرَّةً، أَمَّا ثَانِيَهُمَا فَيَفُوقُ نُورَهُ نُورَ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (11) مَرَّةً، وَكُتْلَتُهُمَا مَعًا (أَيَّ وَزْنَهُمَا) تَفُوقُ كُتْلَةَ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (5½) مَرَّاتٍ. وَيَبْعُدَانِ عَنَّا بِمِقْدَارِ (43) سَنَةً ضَوْئِيَّةً، وَيَدُورُ كُلُّ مِثْلِهِمَا حَوْلَ الْآخِرِ دَوْرَةً وَاحِدَةً كُلُّ (306) سَنِينَ.

وَعِنْدَمَا تَمَّ رَصْدُ هَذَيْنِ التَّوَأْمَيْنِ بِالْمِرَاصِدِ الْكَبِيرَةِ، تَبَيَّنَ أَنَّ لِنَجْمِ (التَّوَأْمِ الْمُقَدَّمِ)، أَوْ (أ) أَلْفِ التَّوَأْمَيْنِ، تَوَاقُفًا ثَالِثًا ذَا لَوْنٍ أَحْمَرَ. وَمَعَ تَطَوُّرِ الْمِرَاقِبِ تَبَيَّنَ أَنَّ لِكُلِّ نَجْمٍ مِنْ هَذِهِ

لَمَعَانًا نَجْمٌ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّانِيَةِ يُدْعَى (أ) أَلْفُ التَّيْنَيْنِ أَوْ (رَأْسُ التَّيْنَيْنِ)، وَيَقَعُ فِي إِحْدَى زَوَايَا الشَّكْلِ الرَّبَاعِيِّ الْمُشَكَّلِ لِرَأْسِ التَّيْنَيْنِ؛ أَمَّا النُّجُومُ الثَّلَاثَةُ الْأُخْرَى فِي هَذَا الرَّأْسِ، فَيُدْعَى أَوَّلُهَا (ب) بَاءُ التَّيْنَيْنِ، وَيُدْعَى ثَانِيَهَا (ج) جِيمُ التَّيْنَيْنِ، أَمَّا الثَّلَاثُ فَيُدْعَى (ن) نُونُ التَّيْنَيْنِ. أَمَّا النُّجُومُ الْعَشْرَةُ الْبَاقِيَةُ، فَتَوَلَّفُ جَسَدَ التَّيْنَيْنِ وَذَيْلَهُ.

كَوْكَبَةُ قِطْعَةِ الْفَرَسِ Equuleus



تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَةِ (الدَّلْقَيْنِ) مِنْ جِهَةٍ، وَبَيْنَ بُرْجِ (الدَّلْوِ أَوْ السَّاقِي) مِنْ جِهَةٍ ثَانِيَةٍ. وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (3) نُجُومٍ خَافِتَةٍ تُشَكِّلُ فِيمَا بَيْنَهَا زَاوِيَةً قَائِمَةً، أَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ حَوَالِي (79) دَرَجَةَ عَرْضِ سَمَاطِيَّةٍ.

كَوْكَبَةُ النَّهْرِ Eridanus

تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَتَيْ (الْجَبَّارِ) وَ(فَيْطُس). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (28) نَجْمًا بَيْنَهُمَا نَجْمٌ وَاحِدٌ مِنَ الدَّرَجَةِ الْأُولَى هُوَ (آخِرُ النَّهْرِ) وَنَجْمٌ وَاحِدٌ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّانِيَةِ عِنْدَ بَدَايَةِ (كَوْكَبَةِ النَّهْرِ)، وَمَا بَقِيَ مِنْ نُجُومِ هَذِهِ الْكَوْكَبَةِ فَكُلُّهَا مِنَ الْمَرْتَبَتَيْنِ الرَّابِعَةِ وَالْخَامِسَةِ. وَمِنْ نُجُومِ الْمَرْتَبَةِ الرَّابِعَةِ (أَقْمَارٌ) وَ(تَمِيمٌ) وَ(الْأَزْهَى) وَ(الزُّورْقُ). وَتُعْتَبَرُ هَذِهِ الْكَوْكَبَةُ الْأُولَى فِي امْتِدَادِهَا بَيْنَ جَمِيعِ كَوْكَبَاتِ السَّمَاءِ، وَلَكِنَّ امْتِدَادَهَا عَلَى خَطِّ مُنْكَسِرٍ

وَلَا نَجِدُ فِي هَذِهِ الْكَوْكَبَةِ إِلَّا نَجْمًا وَاحِدًا مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّالِثَةِ،
إِلَّا أَنَّهَا تَقَعُ عَلَى مَقَرَّةٍ مِنَ الْحَشْدِ النَّجْمِيِّ الْكُرْوِيِّ الَّذِي اكْتَشَفَتْهُ
الْمَرَاقِبُ فِي الْمَجَرَّةِ الْمُسَمَّاةِ (M13)، الَّتِي تَقَعُ فِي وَسْطِ الْمَسَافَةِ
الْقَائِمَةِ بَيْنَ النَّجْمِ الْمُسَمَّى (ح) حَاءِ الْجَاثِي وَالنَّجْمِ الْمُسَمَّى (ز)
زَايِ الْجَاثِي. كَمَا كَشَفَتِ الْمَرَاقِبُ عَنْ أَنَّ النَّجْمَ الْمُسَمَّى فِيهَا
بِاسْمِ (أ) أَلْفِ الْجَاثِي يَتَأَلَّفُ مِنْ نَجْمَيْنِ تَوَاقُفَيْنِ، أَحَدُهُمَا ذُو لَوْنٍ
بُرْتُقَالِيٍّ جَمِيلٍ، وَالثَّانِي أَخْضَرُ زَاهٍ مَائِلٌ إِلَى الزُّرْقَةِ.

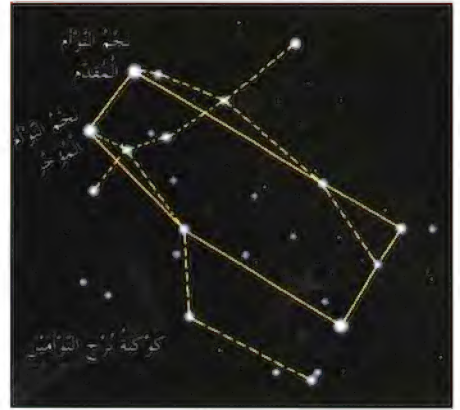
كَوْكَبَةُ الشَّجَاعِ Hydra

تَمْتَدُّ هَذِهِ الْكَوْكَبَةُ مِنْ بُرْجِ (السَّرَطَانِ) حَتَّى أَوْاسِطِ كَوْكَبَةِ
(فَنْطُورَس) عَلَى مَسَافَةِ (81) دَرَجَةِ طُولٍ سَمَاوِيَّةٍ؛ فِيهَا أَكْثَرُ
كَوْكَبَاتِ السَّمَاءِ اِثْنَدَادًا عَلَى خُطُوطِ الطُّولِ، وَلَكِنَّهَا تَأْتِي بَعْدَ
كَوْكَبَةِ (النَّهْرِ) مِنْ حَيْثُ الطُّولُ. تَتَأَلَّفُ مِنْ (21) نَجْمًا، كُلُّهَا
خَافِتَةٌ مِنَ الدَّرَجَةِ الْخَامِسَةِ، بِاسْتِثْنَاءِ نَجْمَيْنِ هُمَا مِنَ الْمَرْتَبَةِ
الثَّالِثَةِ، يُدْعَى أَحَدُهُمَا (الْفَرْد). وَتَنْتَظِمُ نَجُومُ هَذِهِ الْكَوْكَبَةِ
عَلَى شَكْلِ شِبْهِ مُنْحَرِفٍ صَغِيرٍ يُمَثِّلُ رَأْسَ (الشَّجَاعِ)، أَيْ
(حَيَّةِ الْمَاءِ)، يَمْتَدُّ مِنْهُ خَطٌّ مُنْكَسِرٌ بَالِغُ الطُّولِ. وَأَقْرَبُ نَجْمٍ
فِيهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ حَوَالِي (84) دَرَجَةِ عَرْضِ
سَمَاوِيَّةٍ.



كَوْكَبَةُ الْوَرَلِ (العظاءة) Lacerta

تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَيْ (قِفَاوَس) وَ(الْفَرَسِ الْأَعْظَمِ)، وَتَتَأَلَّفُ



النَّجُومِ الثَّلَاثَةِ تَوَاقُفًا قَرِيبًا مِنْهُ، وَأَنَّ هَذِهِ الْأَزْوَاجَ الثَّلَاثَةَ يَدُورُ
كُلُّ مِنْهُمَا وَفَقَ مَا يَلِي:

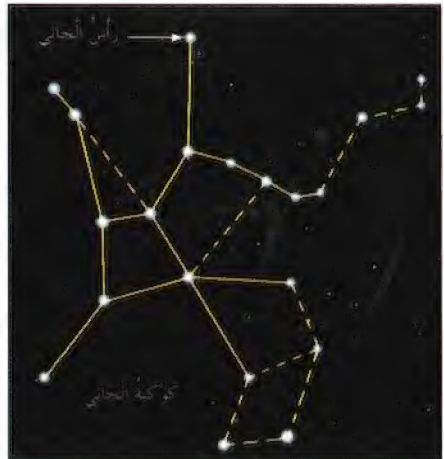
نَجْمُ التَّوَامِ الْمُقَدَّمِ: يَدُورُ هَذَانِ التَّوَامَانِ حَوْلَ بَعْضِهِمَا
فِي مُدَّةِ (9.22) يَوْمًا.

نَجْمُ تَوَامِ التَّوَامِ الْمُقَدَّمِ: يَدُورُ مَعَ تَوَامِهِ الْقَرِيبِ مِنْهُ
دَوْرَةً وَاحِدَةً كُلَّ (2.93) يَوْمًا.

يَدُورُ النَّجْمُ الْأَحْمَرُ مَعَ تَوَامِهِ حَوْلَ بَعْضِهِمَا دَوْرَةً وَاحِدَةً
كُلَّ (20) سَاعَةً.

كَوْكَبَةُ الْجَاثِي Hercules

تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَيْ (الْإِكْلِيلِ) وَ(اللُّورَا)، وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (18)
نَجْمًا: (7) مِنْهَا تُؤَلَّفُ فِيهَا بَيْنَهَا مُضْلَعًا غَيْرَ مُنْتَظِمٍ يَحْتَوِي
عَلَى (7) أَضْلَاعَ، بَيْنَمَا تَنْتَظِمُ بَقِيَّةُ النُّجُومِ فِي أَرْبَعَةِ خُطُوطٍ
مُمْتَدَّةٍ مِنْ ذَلِكَ الْمُضْلَعِ، ثَلَاثَةٌ مِنْهَا مُنْكَسِرَةٌ وَطَوِيلَةٌ، أَمَّا
الرَّابِعُ فَمُسْتَقِيمٌ وَقَصِيرٌ.



وَمِنَ الْأُمُورِ الْمُمَيَّزَةِ لِهَذَا الْبُرْجِ هَمَرَاتُ الشُّهُبِ الَّتِي تَسَاقُطُ مِنَ السَّمَاءِ، وَتَبْدُو وَكَأَنَّهَا مُتَّجِهَةٌ إِلَى وَسْطِهِ. وَأَبْدَعُ مَشْهُدٍ لِتِلْكَ الْهَمَرَاتِ حَدَثَ فِي لَيْلَتَيْ (13) وَ(14) تَشْرِينِ الْأَوَّلِ سَنَةِ 1866م، وَتَكَرَّرَ هَذِهِ الْهَمَرَاتُ فِي فتراتٍ مُتْبَاعِدَةٍ تَكَادُ تَكُونُ مُنْتَظَمَةً، وَتَبْدُو وَكَأَنَّهَا عَرَضُ سَمَويٍّ شَيْئًا، مِمَّا دَعَا إِلَى تَسْمِيَةِ هَذَا الْحَادِثِ (عَرَضِ الْأَسَدِ).



كوكبة الأسد الصغير Leo Minor

تَقَعُ هَذِهِ الْكُوكَبَةُ بَيْنَ كُوكَبَتَيْ (الدَّبِّ الْأَكْبَرِ) وَ(بُرْجِ الْأَسَدِ). وَأَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ حَوَالِي (53) دَرَجَةً سَمَويَّةً. وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (3) نُجُومٍ تُؤَلَّفُ فِيهَا بَيْنَهَا مِثْلًا مُنْفَرَجَ الزَّاوِيَةِ عِنْدَ رَأْسِهِ الْمُتَّحِجِ نَحْوَ نَجْمِ الْقُطْبِ.



كوكبة بُرْجِ الْمِيزَانِ Libra

تَقَعُ بَيْنَ بُرْجِ (السُّبُلَةِ أَوْ الْعَذْرَاءِ) وَبَيْنَ كُوكَبَةِ (الدَّبِّ). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (4) نُجُومٍ تُشَكِّلُ فِيهَا بَيْنَهَا شِبْهَ مُنْحَرِفٍ، ثَلَاثَةٌ مِنْهَا خَافِئَةٌ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ، وَالرَّابِعُ نَجْمٌ مُزْدَوِجٌ

مِنْ ثَلَاثَةِ نُجُومٍ خَافِئَةٍ تَرْتَفِصُ عَلَى خَطِّ مُسْتَقِيمٍ، أَقْرَبُهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ أَكْثَرُهَا لَمَعَانًا، إِذْ إِنَّهُ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الرَّابِعَةِ، وَيَبْعُدُ عَنْهُ حَوَالِي (40) دَرَجَةً عَرَضِ سَمَويَّةً.



كوكبة بُرْجِ الْأَسَدِ Leo

يَقَعُ هَذَا الْبُرْجُ بَيْنَ (بُرْجِ السَّرْطَانِ) مِنْ جِهَةٍ، وَ(بُرْجِ السُّبُلَةِ أَوْ الْعَذْرَاءِ) مِنْ جِهَةٍ ثَانِيَةٍ. وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (11) نَجْمًا تَنْتَظِمُ فِي مُضَلَّعٍ خُمَاسِيٍّ غَيْرِ مُنْتَظِمٍ، يَتَّصِلُ بِهِ مِنْ إِحْدَى جِهَاتِهِ خَطٌّ مُنْكَسِرٌ، كَمَا يَتَّصِلُ بِهِ مِنَ الْجِهَةِ الثَّانِيَةِ خَطٌّ مُسْتَقِيمٌ. وَأَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهِ إِلَى نَجْمِ الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ بِمِقْدَارِ (64) دَرَجَةً عَرَضِ سَمَويَّةً.

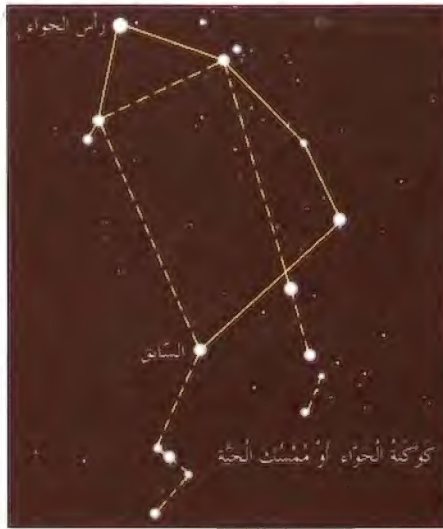
وَأَكْثَرُ نُجُومِ هَذَا الْبُرْجِ لَمَعَانًا النَّجْمُ الْمُسَمَّى (قَلْبِ الْأَسَدِ)، إِذْ إِنَّهُ مِنَ نُجُومِ الْمَرْتَبَةِ الثَّانِيَةِ، وَيُدْعَى (أ) أَلْفِ الْأَسَدِ، كَمَا يُدْعَى (نَجْمُ الْمِنْجَلِ)، إِذْ لَوْ عَزَلْنَاهُ، مَعَ النُّجُومِ الْخَمْسَةِ الْمُجَاوِرَةِ لَهُ، عَنْ بَقِيَّةِ نُجُومِ هَذَا الْبُرْجِ، لَحَصَلْنَا عَلَى شَكْلِ يُشَبِّهُ شَكْلَ الْمِنْجَلِ. وَيُمَثِّلُ نَجْمُ (الْمِنْجَلِ) بِدَايَةِ يَدِ ذَلِكَ الْمِنْجَلِ. وَالْخَطُّ الْمُنْكَسِرُ الَّذِي يُمَثِّلُ قَوْسَ الْمِنْجَلِ، اعْتَبَرَهُ الْعُلَمَاءُ رَأْسَ الْأَسَدِ، وَسَمَّوْا أَوَّلَ نَجْمٍ فِيهِ بِاسْمِ (الْجَنُوبِيِّ)، وَسَمَّوْا الَّذِي يَلِيهِ بِاسْمِ (رَأْسِ الْأَسَدِ)، وَسَمَّوْا النَّجْمَ الثَّالِثَ بِاسْمِ (الضَّفِيرَةِ)، وَالرَّابِعَ الَّذِي يَقَعُ فِي آخِرِ الْقَوْسِ - أَيْ نَصْلَ الْمِنْجَلِ - دَعَوْهُ (الْجَيْبُ أَوْ الصَّدْرُ). وَيَلِيهِ فِي الشَّكْلِ، الَّذِي يُمَثِّلُ جَسَدَ الْأَسَدِ، النَّجْمُ الْمُسَمَّى (ظَهْرُ الْأَسَدِ)، وَيَلِيهِ النَّجْمُ الْمُسَمَّى (ذَنْبُ الْأَسَدِ) أَوْ (الصَّرْفَةُ). وَقَدْ كَشَفَتِ الْمَرَاقِبُ عَنْ أَنَّ نَجْمَ (الْجَيْبِ) هُوَ نَجْمٌ مُزْدَوِجٌ، إِذْ لَهُ نَوَآمٍ أَصْغَرُ مِنْهُ.



نصف الكرة الشمالي،
ويقدَّر بعده عَنَّا بِحوالي
(26) سنة ضوئية.
والنجم المُسمَّى (هـ)
هَاءُ اللُّورَا، تَبَيَّنَ أَنَّهُ نَجْمٌ
مُزدَوِجٌ، يُرى مَعَ تَوَامِهِ
بِالْمِنْظَارِ الْعَادِيّ، كَمَا
يُمْكِنُ لِأَصْحَابِ الْبَصَرِ

الْحَادِّ أَنْ يَرَوْهُ فِي اللَّيَالِي الصَّافِيَةِ مَعَ تَوَامِهِ بِالْعَيْنِ الْمُجَرَّدَةِ.

كوكبة الحواء أو مُمِسِك الحية Ophiuchus



تَقَعُ بَيْنَ كَوَكَبَةِ
(الدَّبِّ الْأَكْبَرِ) مِنْ
جِهَةٍ، وَ(بُرْجِ التَّوَامِينِ)
مِنْ جِهَةٍ ثَانِيَةٍ. وَأَقْرَبُ
نَجْمٍ فِيهَا إِلَى الْقُطْبِ
مِنْ جِهَةٍ ثَانِيَةٍ. وَتَتَأَلَّفُ
مِنْ (18) نَجْمًا تَنْتَظِمُ
عَلَى شَكْلِ خَطِّ مُنْكَسِرٍ
قَرِيبٍ فِي شَكْلِهِ مِنْ
خَطِّ مُنْحَنٍ مُتَقَعِّرٍ بِاتِّجَاهِ
الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ، وَهُوَ

يَحْتَضِنُ فِي وَسْطِ الْمُقَعَّرِ مُضَلَعًا خَمَاسِيًّا غَيْرَ مُنْتَظِمٍ مُلْتَصِقًا
بِهِ، وَيَنْتَهِي أَحَدُ طَرَفَيْ ذَلِكَ الْخَطِّ بِمُثَلَّثٍ صَغِيرٍ مُلْتَصِقٍ بِهِ.
وَأَقْرَبُ نُجُومِهِ إِلَى نَجْمِ الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ حَوَالِي (71)
دَرَجَةَ عَرْضِ سَمَاوِيَّةٍ. وَأَكْثَرُ نُجُومِهِ لَمَعَانًا النَّجْمُ الْمُسَمَّى
(السَّابِقُ)، ثُمَّ النَّجْمُ الْقَرِيبُ مِنْهُ (ز) (زَيْتَا) الْحَوَاءِ، وَكِلَاهُمَا
مِنَ الدَّرَجَةِ الثَّانِيَةِ، ثُمَّ يَأْتِي بَعْدَهُمَا النَّجْمُ الْمُسَمَّى (رَأْسُ
الْحَوَاءِ)، وَهُوَ مِنَ الدَّرَجَةِ الرَّابِعَةِ.



لَامِعٌ، إِذْ إِنَّهُ مِنَ الْمَرْتَبَةِ
الثَّالِثَةِ، وَيُدْعَى (الْكِفَّةُ
الْجَنُوبِيَّةُ)، وَهُوَ أَقْرَبُهَا
إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ،
إِذْ يَبْعُدُ عَنْهُ (96) دَرَجَةَ
عَرْضِ سَمَاوِيَّةٍ. وَهِيَ مِنْ
كَوَكَبَاتِ سَمَاءِ نِصْفِ الْكَرَةِ الْجَنُوبِيِّ.

كوكبة الوشق Lynx



تَقَعُ بَيْنَ كَوَكَبَةِ
(الدَّبِّ الْأَكْبَرِ) مِنْ
جِهَةٍ، وَ(بُرْجِ التَّوَامِينِ)
مِنْ جِهَةٍ ثَانِيَةٍ. وَأَقْرَبُ
نَجْمٍ فِيهَا إِلَى الْقُطْبِ

الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ (31) دَرَجَةَ سَمَاوِيَّةٍ.

وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (6) نُجُومٍ: أَرْبَعَةٌ مِنْهَا خَافِتَةٌ مِنَ الْمَرْتَبَةِ
الْخَامِسَةِ، وَاثْنَانِ مِنْهَا أَكْثَرُ لَمَعَانًا مِنَ الْأَرْبَعَةِ السَّابِقَةِ، إِذْ إِنَّهُمَا مِنَ
الْمَرْتَبَةِ الرَّابِعَةِ. وَتَوَلَّفُ هَذِهِ النُّجُومُ فِيمَا بَيْنَهُمَا خَطًّا مُنْكَسِرًا.

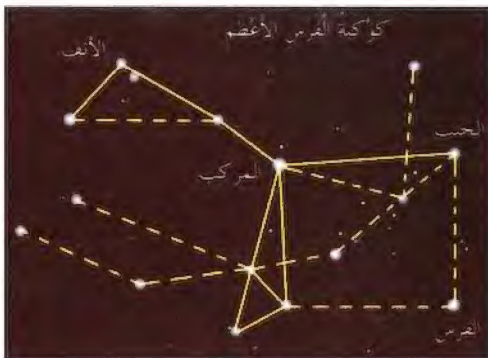
كوكبة اللورا (السلياق، الفينارة) Lyra

تَقَعُ هَذِهِ الْكَوَكَبَةُ بَيْنَ كَوَكَبَتَيْ (الْجَانِي) وَ(الدَّجَاجَةِ)،
وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (6) نُجُومٍ أَقْرَبُهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ (50)
دَرَجَةَ سَمَاوِيَّةٍ، وَهُوَ أَكْثَرُهَا لَمَعَانًا، إِذْ إِنَّهُ مِنْ نُجُومِ الدَّرَجَةِ
الْأُولَى، وَيُدْعَى (النَّسْرُ الْوَاقِعُ)، وَكُنَّا رَأَيْنَا كَيْفَ أَنَّهُ يَفُوقُ
بِلَمَعَانِهِ لَمَعَانَ النَّجْمِ الْمُسَمَّى (السَّمَكَ الرَّامِحَ)، أَهَمَّ نَجْمٍ فِي
كَوَكَبَةِ (الْعَوَاءِ). وَ(النَّسْرُ الْوَاقِعُ)، الْمُسَمَّى (أ) أَلْفُ اللُّورَا، أَكْثَرُ
نُجُومِ سَمَاءِ نِصْفِ الْكَرَةِ الشَّمَالِيِّ لَمَعَانًا، وَيُرى فِي لَيَالِي الصَّيْفِ
مِنْ جَمِيعِ الْمَنَاطِقِ الْوَاقِعَةِ بَيْنَ دَرَجَتَيْ عَرْضِ (0) وَ(51) فِي

أَعْمَاقِ السَّمَاءِ مَنْظَرًا مِنْ أَرْوَاعِ مَنَاطِرِ السَّمَاءِ، إِنَّهُ السَّيِّدُ الْأَعْظَمُ فِي (كَوْكَبَةِ الْجَبَّارِ). وَهُوَ مَا يُطْلَقُ عَلَيْهِ اسْمُ الْمَجَرَّةِ (M 42) أَوْ (مِسيه 42).

كَوْكَبَةُ الْفَرَسِ الْأَعْظَمِ Pegasus

تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَةِ (ذَاتِ الْكُرْسِيِّ) مِنْ جِهَةٍ، وَبَيْنَ بُرْجِ (الدَّلْوِ أَوْ السَّاقِي) مِنْ جِهَةٍ أُخْرَى. وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (12) نَجْمًا: سِتَّةٌ مِنْهَا تُشَكِّلُ فِيهَا بَيْنَهَا شِبْهَ مُنْحَرِفٍ يُمَثِّلُ جِسْمَ الْفَرَسِ، وَخَمْسَةٌ أُخْرَى تَقَعُ عَلَى ضِلْعَيْ زَاوِيَةِ مُنْفَرِجَةٍ تَتَّصِلُ بِأَحَدِي زَوَايَا شِبْهِ الْمُنْحَرِفِ، وَتُمَثِّلُ رَقَبَةَ الْفَرَسِ وَرَأْسَهَا، وَنَجْمٌ يَقَعُ فِي نِهَائَةِ الْخَطِّ الْمُسْتَقِيمِ الْمُتَّبِعِ مِنَ الزَّاوِيَةِ الثَّانِيَةِ لِشِبْهِ الْمُنْحَرِفِ، وَيُمَثِّلُ رِجْلَ الْفَرَسِ. وَأَكْثَرُ نُجُومِهَا لَمَعَانًا خَمْسَةُ نُجُومٍ، كُلُّهَا مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّالِثَةِ، أَرْبَعَةٌ مِنْهَا يَحْتَلُّ كُلُّ وَاحِدٍ مِنْهَا زَاوِيَةً مِنْ زَوَايَا شِبْهِ الْمُنْحَرِفِ الْأَرْبَعِ، وَيُدْعَى الْأَوَّلُ (الْفَرَسِ)، أَمَّا الثَّانِي فَيُدْعَى (الْجَنْبِ)، وَيُدْعَى الثَّالِثُ بِاسْمِ (الْمَرْكَبِ). وَأَهَمُّ نَجْمٍ فِي عُنُقِ الْفَرَسِ وَرَأْسِهَا آخِرُهَا، وَيُسَمَّى (الْأَنْفِ)، وَهُوَ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّالِثَةِ أَيْضًا. وَنَجْمٌ (الْفَرَسِ)، كَمَا ذَكَرْنَا سَابِقًا، نَجْمٌ مُشْتَرِكٌ مَعَ كَوْكَبَةِ (الْمَرْأَةِ الْمُسْلَسَلَةِ) عِنْدَ إِحْدَى زَوَايَا شِبْهِ الْمُنْحَرِفِ. وَيَمْتَنِزُ شِبْهُ الْمُنْحَرِفِ الْمُثْمَلُ لِحَسَدِ الْفَرَسِ بِوَقْرَةِ النُّجُومِ الَّتِي تَرَى دَاخِلَهُ بِالْعَيْنِ الْمَجْرَدَةِ. وَتُمْكِنُ لِسُكَّانِ الْبَحْرِ الْمُتَوَسِّطِ أَنْ يَرَوْا فِيهِ أَكْثَرَ مِنْ (100) نَجْمٍ عِنْدَمَا يَصْفُو الْجَوُّ، أَمَّا الْبِلَادُ الَّتِي تَقَعُ إِلَى الشَّمَالِ مِنْ تِلْكَ الْمِنْطَقَةِ، فَلَا يَرَوْنَ مِنْهَا إِلَّا عَدَدًا مَحْدُودًا جَدًّا.



كَوْكَبَةُ الْجَبَّارِ Orion

تَقَعُ بَيْنَ بُرْجِ (الثَّوْرِ) مِنْ جِهَةٍ، وَبَيْنَ كَوْكَبَةِ (الْأَرْزَبِ) مِنْ جِهَةٍ ثَانِيَةٍ، وَتَجَاوِرُ بُرْجَ (التَّوَأْمَيْنِ).

تَتَأَلَّفُ مِنْ (21)

نَجْمًا تَنْتَظِمُ فِي مُضَلَعٍ غَيْرِ مُنْتَظِمٍ ذِي سَبْعَةِ أَضْلَاعٍ تَتَّصِلُ بِهِ فِي

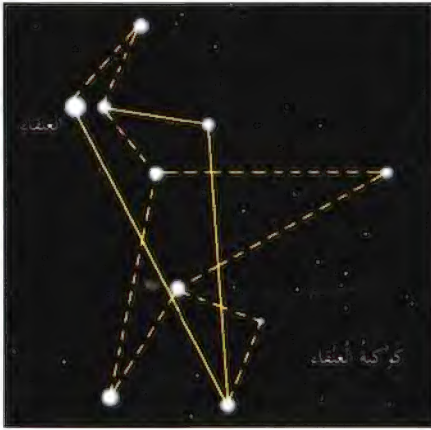


أَعْلَاهُ ثَلَاثَةُ خُطُوطٍ مُنْكَسِرَةٍ. وَأَقْرَبُ نُجُومِهَا إِلَى نَجْمِ الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ بِمِقْدَارِ (70) دَرَجَةٍ عَرْضِ سَمَائِيَّةٍ. وَفِي هَذِهِ الْكَوْكَبَةِ نَجْمَانِ مِنْ نُجُومِ الدَّرَجَةِ الْأُولَى: أَوَّلُهُمَا (الرَّجُلُ) أَوْ (بَاءُ الْجَبَّارِ) وَيَزِيدُ لَمَعَانُهُ عَلَى لَمَعَانِ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (15000) مَرَّةً، وَثَانِيَهُمَا (مَنْكِبُ الْجُوزَاءِ) أَوْ (إِبْطُ الْجُوزَاءِ)، وَهُوَ عِبَارَةٌ عَنْ نَجْمٍ مَارِدٍ أَحْمَرٍ يَزِيدُ قُطْرُهُ عَلَى قُطْرِ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (300) مَرَّةً، وَيَفُوقُ لَمَعَانُهُ لَمَعَانَ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (1200) مَرَّةً.

وَهُنَاكَ نَجْمَانِ آخَرَانِ مِنْ نُجُومِ الدَّرَجَةِ الثَّانِيَةِ، أَحَدُهُمَا يُدْعَى (الْمَرْزَمُ) يَقَعُ عِنْدَ سَاقِ (الْجَبَّارِ)، وَالثَّانِي يُدْعَى (الْحِزَامُ) وَيَقَعُ وَسَطَ الْجُزْءِ الْمَدْعُوعِ (نِطَاقِ الْجَبَّارِ أَوْ حِزَامِهِ)، وَيَقَعُ عَلَى يَمِينِهِ نَجْمٌ يُدْعَى (الْمِنْطَقَةُ)، وَعَلَى يَسَارِهِ نَجْمٌ آخَرُ يُدْعَى (النِّطَاقُ)، وَهُمَا مِنْ نُجُومِ الدَّرَجَةِ الثَّالِثَةِ. وَتُؤَلَّفُ هَذِهِ النُّجُومُ الثَّلَاثَةُ مَا يُدْعَى (سِلْسِلَةَ اللَّالِي). وَتُدْعَى الْمِنْطَقَةُ الَّتِي تَقَعُ تَحْتَ (حِزَامِ الْجَبَّارِ) مُبَاشَرَةً بِاسْمِ (مِقْبَضِ السِّيفِ). وَالتَّجَمُّ الْمَوْجُودُ عِنْدَ كَفِّ (الْجَبَّارِ) يُدْعَى (السِّيفِ).

وَعِنْدَمَا نَوُجُّهُ الْمَرْتَبِ إِلَى السَّمَاءِ، عَبَرِ الْمِنْطَقَةَ الْوَاقِعَةَ بَيْنَ نُجُومِ (الرَّجُلِ) وَ(السِّيفِ) وَ(حِزَامِ الْجَبَّارِ)، نَرَى فِي

نُجُومٍ تَنْتَظِمُ فِي شِبْهِ مُنْحَرِفٍ يَتَّصِلُ بِهِ فِي إِحْدَى زَوَايَاهُ خَطٌّ مُسْتَقِيمٌ، وَفِي الزَّوَايَا الثَّانِيَةِ خَطٌّ مُنْكَسِرٌ مُعْظَمُ نُجُومِهِ لَامِعَةٌ، إِذْ فِيهِ (1) نَجْمٌ وَاحِدٌ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّلَاثَةِ هُوَ (نَيْرُ الزَّوَرَقِ) وَ(5) نُجُومٌ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الرَّابِعَةِ، أَمَّا النُّجُومُ الثَّلَاثَةُ الْبَاقِيَةُ فَهِيَ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ. وَأَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهِ إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ بِمِقْدَارِ (132) دَرَجَةِ عَرْضِ سَمَاوِيَّةٍ، وَهُوَ النَجْمُ الَّذِي دَعَوْنَاهُ (نَيْرُ الزَّوَرَقِ).



كوكبة بُرْجِ الحُوتِ Pisces

يَقَعُ بَيْنَ (بُرْجِ الْحَمَلِ) مِنْ جِهَةٍ، وَبَيْنَ كوكبةِ (قَيْطُس) مِنْ جِهَةٍ ثَانِيَةٍ. وَيَتَأَلَّفُ مِنْ (5) نُجُومٍ تَنْتَظِمُ فِي زَاوِيَةٍ حَادَّةٍ، أَحَدُ ضِلْعَيْهَا مُنْحَنٍ قَلِيلًا وَمُبْتَعِدٌ عَنِ الضِّلْعِ الثَّانِي بَعْضُ الشَّيْءِ، وَأَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهَا إِلَى نَجْمِ الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ حَوَالِي (75) دَرَجَةِ عَرْضِ سَمَاوِيَّةٍ. وَنُجُومُهُ خَافِتَةٌ، إِذْ إِنَّهَا مِنَ الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ، بِاسْتِثْنَاءِ نَجْمٍ وَاحِدٍ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الرَّابِعَةِ يَقَعُ فِي نَهَايَةِ ضِلْعِ الزَّوَايَةِ الْمُنْحَنِي. وَالنَّجْمُ الَّذِي يَحْتُلُّ رَأْسَ الزَّوَايَةِ يُدْعَى (الرَّيْشَةُ).



كوكبة فرساوس (حامل رأس الغول) Perseus



تَقَعُ بَيْنَ كوكبةِ (الزَّرَافَةِ) وَبَيْنَ حَشْدِ (الثُّرَيَّا) النَّجْمِيَّ. وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (21) نَجْمًا تَنْتَظِمُ فَوْقَ عِدَّةِ خُطُوطٍ مُنْكَسِرَةٍ، تُؤَلَّفُ عِنْدَ نِقَاطِ التِّقَايَا زَوَايَا حَادَّةٌ وَمُنْفَرِجَةٌ وَقَائِمَةٌ. وَأَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ حَوَالِي (34) دَرَجَةِ عَرْضِ سَمَاوِيَّةٍ. وَأَكْثَرُ نُجُومِ هَذِهِ الْكوكبةِ لَمَعَانًا النَّجْمُ الْمُسَمَّى (أ) أَلْفُ فِرْسَاوَسِ أَوْ (الْمِرْفَقِ)، وَهُوَ نَجْمٌ مِنَ الدَّرَجَةِ الثَّانِيَةِ، وَيَلِيهِ فِي اللَّمَعَانِ ثَلَاثَةُ نُجُومٍ مِنَ الدَّرَجَةِ الثَّلَاثَةِ، وَأَهْمُهَا نَجْمَانِ: أَحَدُهُمَا يُدْعَى (الْمُنْكَبَ) وَثَانِيَهُمَا (الْغُول) الَّذِي بَيَّنَّتِ الْمَرَاقِبُ أَنَّهُ يَتَأَلَّفُ مِنْ نَجْمَيْنِ تَوَاقُفَيْنِ يَدُورَانِ حَوْلَ بَعْضِيهِمَا كُلِّ (2) يَوْمَيْنِ وَ(21) سَاعَةً دَوْرَةً وَاحِدَةً، يَكْسِفُ كُلُّ مِنْهُمَا الْآخَرَ خِلَالَهَا. وَلَمَّا كَانَ أَحَدُهُمَا خَافِتًا لِدَرَجَةِ كَبِيرَةٍ، وَالثَّانِي لَامِعًا، فَإِنْ كَسَفَ النَّجْمُ الْأَوَّلُ لِلثَّانِي يَجْعَلُ نُورَهُ يَضْعُفُ بِمِقْدَارِ (3/1) لَمَعَانِهِ الَّذِي كَانَ عَلَيْهِ، وَذَلِكَ لِمُدَّةِ (4) سَاعَاتٍ. وَلَمَّا كَانَ تَغْيِيرُ لَمَعَانِ نَجْمِ (الْغُولِ) يُمَكِّنُ مُلَاحَظَتَهُ بِالْعَيْنِ الْمُجَرَّدَةِ، فَقَدْ عُرِفَ هَذَا الْأَمْرُ فِيهِ مُنْذُ الْقَدَمِ.

كوكبة العنقاء Phoenix

تَقَعُ بَيْنَ كوكبتَيْ (البَجَعِ) وَ(النَّهْرِ). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (9)



وَيَتَأَلَفُ مِنْ (17) نَجْمًا تَنْتَظِمُ عَلَى شَكْلِ خَطِّ مُنْكَسِرٍ، أَقْرَبُهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ مَسَافَةٌ (103) دَرَجَاتٍ عَرْضِ سَمَاقِيَّةٍ، وَهُوَ النَّجْمُ الْمُسَمَّى بِنَجْمِ (العقرب)، وَهُوَ مَارِدٌ أَحْمَرٌ وَمِنْ نُجُومِ الدَّرَجَةِ الثَّلَاثَةِ اللَّامِعَةِ. وَهُنَاكَ خَمْسَةُ نُجُومٍ أُخَرَى لَامِعَةٍ، اِثْنَانِ مِنْهَا مِنَ الدَّرَجَةِ الثَّانِيَةِ هُمَا (قَلْبُ الْعَقْرِ) وَ(الشَّوْلَةُ)، أَمَّا (الشَّبَابَةُ) - أَيْ إِبْرَةُ الْعَقْرِ -

وَمَعَ (3) نُجُومٍ أُخَرَى، فَهِيَ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّلَاثَةِ، وَمَا تَبَقِيَ مِنَ النُّجُومِ فَهِيَ نُجُومٌ مِنَ الدَّرَجَةِ الرَّابِعَةِ بِاسْتِثْنَاءِ نَجْمَيْنِ مِنْهَا هُمَا مِنَ الدَّرَجَةِ الْخَامِسَةِ. وَقَدْ تَبَيَّنَ أَنَّ قُطْرَ نَجْمِ (قَلْبِ الْعَقْرِ) يَزِيدُ عَلَى قُطْرِ الشَّمْسِ بِحَوَالِي (450) مَرَّةً. وَمِنْ خِلَالِ (بُرْجِ الْعَقْرِ) تُرَى فِي أَعْمَاقِ السَّمَاءِ مَجَرَّةٌ تُعْتَبَرُ مِنَ الْمَجَرَّاتِ الْغَنِيَّةِ بِالنُّجُومِ.

كوكبة بُرْجِ الثَّوْرِ Taurus

يَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَيْ (مُوسِكِ الْأَعْنَةِ) وَ (الْجَبَّارِ). وَيَتَأَلَفُ مِنْ (10) نُجُومٍ أَحَدُهَا مُشْتَرِكٌ مَعَ كَوْكَبَةِ (مُوسِكِ الْأَعْنَةِ).

وَتَنْتَظِمُ نُجُومُهُ فِي زَاوِيَةٍ حَادَّةٍ، وَيُمَثِّلُ ضِلْعًا الزَّاوِيَةَ مَعَ النَّجْمَيْنِ الْقَائِمَيْنِ فِي نَهَائِيَّتَيْهِمَا قَرْنَيِ الثَّوْرِ، بَيْنَمَا تُمَثِّلُ الزَّاوِيَةُ مَعَ النُّجُومِ الثَّمَانِيَةِ الْقَائِمَةِ عَلَى طَرَفَيْهَا



كوكبة السَّهْمِ Sagitta

يَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَيْ (الدَّجَاجَةِ) وَ (العُقَابِ). وَيَتَأَلَفُ مِنْ (4) نُجُومٍ مُصْطَفَاةٍ عَلَى خَطِّ مُسْتَقِيمٍ، وَالنَّجْمُ الَّذِي يَقَعُ قَرِيبًا مِنْ وَسْطِ الْخَطِّ، وَكَذَلِكَ النَّجْمُ الَّذِي يَقَعُ فِي آخِرِهِ، هُمَا مِنَ الْمَرْتَبَةِ الرَّابِعَةِ، أَمَّا النَّجْمَانِ الْآخَرَانِ فَخَافَتَانِ، إِذْ هُمَا مِنَ الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ.



كوكبة بُرْجِ الْقَوْسِ أَوْ الرَّامِي Sagittarius

يَقَعُ بَيْنَ بُرْجِي (العَقْرِ) وَ (الْجَدِيِّ). وَيَتَأَلَفُ مِنْ (13) نَجْمًا تُشَكِّلُ فِيمَا بَيْنَهَا خَطًّا مُنْكَسِرًا يَتَّصِلُ بِهِ شِبْهُ مُنْحَرِفٍ مِنْ جِهَةِ الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ، وَمِثْلُكَ مِنَ الْجِهَةِ الثَّانِيَةِ عَبْرَ خَطِّ مُسْتَقِيمٍ. وَأَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهِ إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ (102) دَرَجَةً عَرْضِ سَمَاقِيَّةٍ. وَفِيهِ نَجْمٌ وَاحِدٌ لَامِعٌ مِنَ الدَّرَجَةِ الثَّانِيَةِ هُوَ نَجْمُ (الْقَوْسِ الْجَنُوبِيِّ)، وَ (4) نُجُومٍ لَامِعَةٍ مِنَ الدَّرَجَةِ الثَّلَاثَةِ، مِنْهَا (قَوْسُ خَطِّ الزَّوَالِ) وَ (الْقَوْسُ الشَّمَالِيُّ)



وَ (السَّلَةُ) وَ (النَّصْلُ)، وَقُرْبَ هَذَا النَّجْمِ الْأَخِيرِ تَبْدُو فِي أَعْمَاقِ السَّمَاءِ الْمَجَرَّةُ (M8)، كَمَا نَجِدُ بَيْنَ هَذَا النَّجْمِ وَبَيْنَ أَقْرَبِ نَجْمٍ إِلَيْهِ مِنْ (بُرْجِ الْعَقْرِ)، فِي أَعْمَاقِ السَّمَاءِ، الْمَجَرَّةُ (M7).

كوكبة بُرْجِ الْعَقْرِ Scorpius

يَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَةِ (الذُّبِّ) وَ بُرْجِ (الْقَوْسِ أَوْ الرَّامِي).

لِشِبهِ الْمُنْحَرِفِ النَّجْمِ الْمُسَمَّى (الْجَوْن) أَوْ (هـ) هَاءُ الدُّبِّ، وَيُقَارَبُ لِمَعَانِهِ لِمَعَانِ نَجْمِ (الدُّبِّ). وَيَلِيهِ النَّجْمُ الْمُسَمَّى (الْعَنَاق) أَوْ (ز) زَايِ الدُّبِّ، وَقَدْ بَيَّنَّتِ الْمَرَاقِبُ أَنَّهُ نَجْمٌ مُزْدَوِجٌ، أَيُّ تَوَاقُفٍ، يُدْعَى الْكَبِيرُ مِنْهُمَا بِاسْمِ (الْمَرَارِ) أَمَّا الصَّغِيرُ فَيُدْعَى (الْكُور). وَآخِرُ نَجْمٍ فِي ذَيْلِ (الدُّبِّ الْأَكْبَرِ) يُدْعَى (الْقَائِد) أَوْ (ح) حَاءُ الدُّبِّ، وَيُشَبِّهُ لِمَعَانِهِ لِمَعَانِ نَجْمِ (الدُّبِّ) أَيْضًا. وَتُدْعَى النُّجُومُ السَّبْعَةُ فِي كَوَكَبَةِ (الدُّبِّ الْأَكْبَرِ) بِاسْمِ (بَنَاتِ نَعْسٍ).

كَوَكَبَةُ الدُّبِّ الْأَصْغَرِ Ursa Minor

يَتَأَلَّفُ مِنْ (7) نُجُومٍ عَلَى شَكْلِ (مِغْرَفَةٍ)، ثَلَاثَةُ نُجُومٍ مِنْهَا تُؤَلَّفُ الْيَدَ، وَهِيَ الَّتِي تَمَثِّلُ ذَيْلَ (الدُّبِّ الْأَصْغَرِ)، وَأَرْبَعَةٌ مِنْهَا عَلَى شَكْلِ شِبْهِ مُنْحَرِفٍ تُؤَلَّفُ جِسْمَ تِلْكَ الْمِغْرَفَةِ، كَمَا تُمَثِّلُ جَسَدَ (الدُّبِّ الْأَصْغَرِ) وَرَأْسَهُ. وَآخِرُ نَجْمٍ فِي ذَنْبِ (الدُّبِّ الْأَصْغَرِ) هُوَ أَكْثَرُ نُجُومٍ هَذِهِ الْكَوَكَبَةِ لِمَعَانًا، كَمَا أَنَّهُ أَكْثَرُ نُجُومِ السَّمَاءِ أَهَمِّيَّةً، إِذْ يُمَثِّلُ نَقْطَةَ الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ السَّمَائِيِّ، وَيُوسَّاطَتِهِ يُحَدِّدُ سُكَّانُ الْأَرْضِ جِهَةَ الشَّمَالِ لَيْلًا. وَهُوَ بِدَايَةِ دَرَجَاتِ عَرْضِ السَّمَاءِ، لِذَا أُعْطِيَ رَقْمُ (0)، بَيْنَمَا أُعْطِيَتْ نَقْطَةُ الْقُطْبِ الْجَنُوبِيِّ رَقْمُ (180).

وَبِمَا أَنَّ الْأَرْضَ تَدُورُ حَوْلَ مَحْوَرِهَا، وَمِخْوَرُهَا مُتَّحِجٌ نَحْوَ نَجْمِ الْقُطْبِ، فَإِنَّ جَمِيعَ نُجُومِ السَّمَاءِ، الَّتِي تَدُورُ الْأَرْضُ أَمَامَهَا، تَبْدُو لَنَا ظَاهِرِيًّا وَكَأَنَّهُمَا تَزْحَفُ كُلُّ لَيْلَةٍ مِنَ الشَّرْقِ لَتَنْجِبَهُ نَحْوَ الْغَرْبِ،

رَأْسَ الثَّوْرِ. وَأَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهِ إِلَى نَجْمِ الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ حَوَالِي (62) دَرَجَةَ عَرْضِ سَمَائِيَّةً، وَهُوَ النَّجْمُ الْمُشْتَرَكُ مَعَ كَوَكَبَةِ (مُنْسِكِ الْأَعْنَةِ). أَمَّا أَكْثَرُ نُجُومِ هَذَا الْبُرْجِ لِمَعَانًا فَهُوَ نَجْمُ (الدَّيْرَانِ) الَّذِي يَقَعُ فِي مِثْقَلَةِ رَأْسِ الثَّوْرِ، وَهُوَ مِنَ الْمُرْتَبَةِ الثَّانِيَةِ، يَلِيهِ النَّجْمُ الْمُسَمَّى (النَّاطِح).

كَوَكَبَةُ الدُّبِّ الْأَكْبَرِ Ursa Major

تَقَعُ هَذِهِ الْكَوَكَبَةُ بَيْنَ كَوَكَبَةِ (الدُّبِّ الْأَصْغَرِ) مِنْ جِهَةٍ، وَبَيْنَ (بُرْجِ الْأَسَدِ) مِنْ جِهَةٍ أُخْرَى. وَأَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهَا إِلَى نَجْمِ الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ، النَّجْمُ الْمُسَمَّى (الدُّبِّ) وَالَّذِي يَبْعُدُ عَنِ الْقُطْبِ (28) دَرَجَةَ عَرْضِ سَمَائِيَّةً.

وَتَتَأَلَّفُ هَذِهِ الْكَوَكَبَةُ مِنْ (19) نَجْمًا تُرَى بِالْعَيْنِ الْمُجَرَّدَةِ؛ إِلَّا أَنَّ أَكْثَرَهَا النُّجُومُ السَّبْعَةُ الَّتِي تُؤَلَّفُ أَرْبَعَةٌ مِنْهَا شِبْهِ مُنْحَرِفٍ يُمَثِّلُ جِسْمَ الدُّبِّ، وَثَلَاثَةٌ مِنْهَا تُؤَلَّفُ خَطًّا مُنْكَسِرًا، وَتُمَثِّلُ ذَيْلَ ذَلِكَ الدُّبِّ. وَنَجْمُ (الدُّبِّ)، الَّذِي أَشْرْنَا إِلَيْهِ، هُوَ أَكْثَرُهَا لِمَعَانًا، وَيُدْعَى أَيْضًا (أ) أَلْفَ الدُّبِّ. وَيُدْعَى أَقْرَبُ نَجْمٍ لَهُ فِي شِبْهِ الْمُنْحَرِفِ نَجْمُ (الْمَرَاقِ) كَمَا يُدْعَى (ب) بَاءُ الدُّبِّ. وَهَذَانِ النَّجْمَانِ يُدْعَيَانِ بِـ (الْمُشِيرَيْنِ) لِأَنَّهُمَا يُشِيرَانِ إِلَى (نَجْمِ الْقُطْبِ) الَّذِي يَقَعُ عَلَى مَسَافَةٍ تُعَادِلُ (5) أَمْثَالِ الْمَسَافَةِ الْقَائِمَةِ بَيْنَ (الْمُشِيرَيْنِ).

وَيُدْعَى النَّجْمُ الْمُجَاوِرُ لـ (الْمَرَاقِ) فِي شِبْهِ الْمُنْحَرِفِ (الْفُخْدُ) أَوْ (ج) جِيمَ الدُّبِّ، وَيَجَاوِرُهُ آخِرُ نَجْمٍ فِي شِبْهِ الْمُنْحَرِفِ النَّجْمُ الْمُسَمَّى (الْمِغْرَزُ) أَوْ (د) دَالُ الدُّبِّ.

وَأَوَّلُ نَجْمٍ مِنْ نُجُومِ الذَّيْلِ الْمُجَاوِرَةِ



كَوَكَبَةُ
الدُّبِّ الْأَصْغَرِ



كَوَكَبَةُ
الدُّبِّ الْأَكْبَرِ

فهي من المرتبة الخامسة. وأبعد نجوم (الدب الأصغر) عن نجم (القطب) هو (الفرقد الصغير) الذي يقع على درجة عرض (18) جنوب القطب الشمالي.

كوكبة الثعلب Vulpecula

إحدى كوكبات النصف الشمالي، وتُرى في ليالي الصيف. وتقع في درب التبانة ويوجد فيها سديم الدامبلز، و السديم الكوكبي (M27).



كوكبة برج الشبله أو العذراء Virgo

يقع هذا البرج بمجاورة (برج الأسد) وبين كوكبتَي (كلاب الصيد) و(العرب). ويتألف من (13) نجماً، أقربها إلى نجم القطب الشمالي يبعد عنه حوالي (84) درجة عرض سماوية. وأكثر نجومه لمعاناً النجم المسمى (السماك الأعزل)، وهو من نجوم الدرجة الثانية، ومعظم نجومه الباقية هي نجوم خافتة، إذ ليس فيه إلا نجم من المرتبة الثالثة ونجمان من المرتبة الثانية.

ويُعتبر هذا البرج أكثر البروج امتداداً على درجات الطول السماوية، إذ يمتد على (45) درجة.



بإستثناء (نجم القطب) الذي يبدو ثابتاً في مكانه لا يتزحزح؛ وهذا ما دعا العامة إلى تسميته (المسمار).

و(نجم القطب) هذا، لا يمثل تماماً نقطة القطب السماوي الشمالي، تلك النقطة التي تقع إلى الجنوب الشرقي منه على بُعد (1 ¼) درجة، ولكن لعدم وجود نجم واضح في تلك المنطقة، يُمكن للعَيْن المُجرّدة أن تراه. فقد اعتمد (نجم القطب) ليمثل تلك النقطة، متجاوزين عن الخطأ البسيط الذي تقع فيه.

ويقدّر بُعد النجم القطبي عنا بمئات السنين الضوئية. ويصفه علماء الفلك بأنه نجم وهاج إلى حدٍ مخيف عندما ننظر إليه بالمرقب. إلا أن شدة لمعانه، التي تتزايد عادة خلال أربعة أيام، حيث تبلغ أوجها في اليوم الرابع، تأخذ في الخفوت شيئاً فشيئاً، بدءاً من اليوم الخامس وحتى اليوم السابع، ليعود النجم إلى سابق توهجه القوي؛ لذا يصنف ضمن النجوم المعروفة باسم (المتغيرات). كما كشفت المراقب عن وجود ثوأم له، أقل لمعاناً منه بكثير.

ويمكن الاستدلال على النجم القطبي بوساطة النجمين اللذين يشكلان القاعدة العرضية السفلى لكوكبة (الدب الأكبر) والمدعويين باسم (المُشيرين)، أولهما يُسمى (أ) ألف الدب الأكبر، وثانيهما (ب) باء الدب الأكبر. فعندما نتجه من (باء الدب الأكبر) إلى (ألف الدب الأكبر)، ثم نسير على خط مستقيم بأبصارنا خمسة أمثال المسافة بين هذين النجمين، نبلغ النجم القطبي الذي لا يمكن للعَيْن أن تخطئ مكانه لعدم وجود أي نجم لامع على مقربة منه.

والنجمان اللذان يقعان في نهاية مُستطيل (الدب الأصغر) يُدعيان (الفرقدين)، وأحدهما يُقارب في لمعانه لمعان النجم القطبي، إذ إنه مُعتبر من الدرجة الثالثة بين النجوم، أما لمعان (الفرقد) الآخر فأقل منهما بقليل، إذ هو من نجوم المرتبة الرابعة. أما النجوم الأربعة الباقية من نجوم (الدب الأصغر)

كوكبات السماء الجنوبية وبروجها

كوكبة مفرغة الهواء Antlia

تقع بين كوكبتَي (البوصلة) و (النهر). وتتألف من مجموعة من النجوم الخافتة من المرتبة الخامسة مبعثرة في السماء قرب كوكبة (الشراع) لا يجمع بينها خط أو شكل هندسي. وأقرب نجم فيها إلى القطب الشمالي يبعد عنه حوالي (115) درجة عرض سماوية.



كوكبة عصفور الجنة Apus

تقع بين كوكبتَي (البلسرة) و (المثلث الجنوبي). وتتألف من نجمين من الدرجة الرابعة، يبعدان عن القطب الشمالي (169) درجة عرض سماوية.



كوكبة المجرمة أو المحراب Ara

تقع بين كوكبتَي (الدب) و (نورما) من جهة، وبين كوكبة (الطاووس) من جهة أخرى. وتتألف من (8) نجوم تنتظم في مضلع سداسي غير منتظم، يمتد من أحد رؤوسه خط



مستقيم قصير. ونجومها لامعة، اثنان منها من المرتبة الثالثة هما (أ) ألف المجرمة، و (ب) باء المجرمة، وخمسة من المرتبة الرابعة، ونجم واحد من المرتبة الخامسة. وأقرب نجم فيها إلى القطب



الشمالي

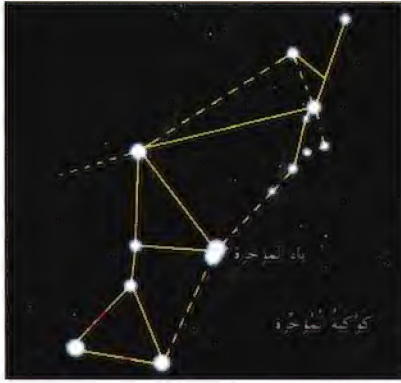
يبعد عنه بمقدار

(140) درجة عرض

سماوية، وهو نجم (ألفا)

المجرمة أو (أ) ألف المجرمة.

خريطة القبة



نُجُومٍ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّالِثَةِ
أَهْمُّهَا (بَاءُ الْمُؤَخَّرَةِ)
وَهُوَ نَجْمٌ مُزْدَوِجٌ، أَمَّا
مَا تَبَقَّى مِنْ نُجُومِهَا فَهِيَ
مِنَ الْمَرْتَبَتَيْنِ الرَّابِعَةِ
وَالْخَامِسَةِ.

كوكبة السيفينة Carina

نظراً لِكثَرَةِ عَدَدِ النُّجُومِ الَّتِي تَتَأَلَّفُ مِنْهَا هَذِهِ الْكُوكَبَةُ،
وَلِلرَّفْعَةِ الْوَاسِعَةِ الَّتِي تَشْغُلُهَا مِنَ السَّمَاءِ، فَقَدْ قَسَمَهَا عُلَمَاءُ
الْفَلَكَ إِلَى ثَلَاثَةِ أَقْسَامٍ هِيَ: (الْمُؤَخَّرَةُ) الَّتِي تُحْمَلُ بِالْبَضَائِعِ،
ثُمَّ (الْقَرِينَةُ) الَّتِي تَحْمِلُ رُبَّانَ السَّفِينَةِ وَمُسَاعِدِيهِ وَالْمُسَافِرِينَ،
ثُمَّ (الشَّرَاعُ) الَّذِي يُنْصَبُ فَوْقَ السَّفِينَةِ لِلِاسْتِفَادَةِ مِنَ الرِّيحِ
فِي دَفْعِهَا وَتَسْيِيرِهَا. وَأَقْرَبُ نُجُومِ (السَّفِينَةِ) إِلَى الْقُطْبِ
الشَّمَالِيِّ مَوْجُودٌ فِي كُوكَبَةِ (الْمُؤَخَّرَةِ) إِذْ يَبْعُدُ عَنْهُ (114)
دَرَجَةَ عَرْضِ سَمَاوِيَّةٍ. أَمَّا أَبْعَدُ نَجْمٍ عَنِ الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ
فَمَوْجُودٌ فِي كُوكَبَةِ (الْقَرِينَةِ) إِذْ يَبْعُدُ عَنْهُ حَوَالِي (160)
دَرَجَةَ عَرْضِ سَمَاوِيَّةٍ.



أَمَّا قَاعِدَةُ السَّفِينَةِ تَقَعُ بَيْنَ كُوكَبَتَيْ (الشَّرَاعِ) وَ (الْمُجَنِّحِ أَوْ
الطَّائِرِ). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (12) نَجْمًا تُشَكِّلُ فِيهَا مُضَلَّعًا غَيْرَ

كوكبة المؤخرة، الكوثل Puppis

تَقَعُ بَيْنَ كُوكَبَتَيْ (الْكَلْبِ الْأَكْبَرِ) وَ
(الْبُوصِلَةِ). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (12)
نَجْمًا تُشَكِّلُ فِيهَا بَيْنَهَا
مُضَلَّعًا غَيْرَ مُنْتَظِمٍ
يَضُمُّ (11)
ضِلْعًا.



وَتُشَكِّلُ هَذِهِ الْكُوكَبَةُ،

كَمَا ذَكَرْنَا، الْجُزْءَ الْأَوَّلَ

مِنْ أَجْزَاءِ كُوكَبَةِ (السَّفِينَةِ).

وَأَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ

يَبْعُدُ عَنْهُ (114) دَرَجَةَ عَرْضِ سَمَاوِيَّةٍ. فِيهَا ثَلَاثَةُ

السَّمَاوِيَّةِ الْجَنُوبِيَّةِ

الْقُطْبِيَّةِ الشَّمَالِيَّةِ، وَيَكُونُ عَلَى خَطِّ طُولِ (غرينتش) تَقْرِيْبًا عِنْدَ مُتَنَصَفِ لَيْلَةِ رَأْسِ السَّنَةِ الْمِيلَادِيَّةِ، وَيُشَاهَدُ بِتَلَالِئِهِ الْبَدِيعِ الَّذِي يَبْدُو لِلنَّاطِرِ وَكَأَنَّهُ يَبْعَثُ بِالْوَانِ مُتَعَدِّدَةً مُتَعَابِقَةً عِنْدَ وَمِضِهِ. وَقَدْ سَمَّاهُ الشَّاعِرُ الْيُونَانِيُّ (هومر) بِاسْمِ (النَّجْمِ الْكَلْبِيِّ)، كَمَا اهْتَمَّ قَدَمَاءُ الْمِصْرِيِّينَ بِهَذَا النَّجْمِ لِأَنَّ مُصَادَفَةَ شُرُوقِهِ مَعَ شُرُوقِ الشَّمْسِ، فِي مُتَنَصَفِ فَصْلِ الصَّيْفِ، كَانَتْ إِذَا نَا بَدْءَ فَيْضَانِ النَّيْلِ، وَقَدْ رَمَوْا لَهُ بِصُورَةِ كَلْبٍ نَقَشُوهَا عَلَى جُدْرَانِ مَعَابِدِهِمْ. وَفِي هَذِهِ الْكُوكَبَةِ ثَلَاثَةُ نُجُومٍ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّانِيَةِ أَهْمُهَا (الْمِرْزَمُ)، وَمَا بَقِيَ مِنَ النُّجُومِ فَهِيَ مِنَ الْمَرَاتِبِ الثَّلَاثَةِ وَالرَّابِعَةِ وَالْخَامِسَةِ. وَتُشَكِّلُ نُجُومُ هَذِهِ الْكُوكَبَةِ فِيمَا بَيْنَهَا خُطُوطًا مُسْتَقِيمَةً وَمُنْكَسِرَةً، تَتَلَقَّى مَعَ بَعْضِهَا فِي رَوَايَا، وَيَتَّصِلُ بِأَحَدِ خُطُوطِهَا الْمُسْتَقِيمَةِ مُثَلَّثٌ مُتَسَاوِي السَّاقَيْنِ يَقَعُ عِنْدَ نِهَائِيَّتِهِ. وَأَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ (101) دَرَجَةً عَرْضِ سَمَاوِيَّةٍ.



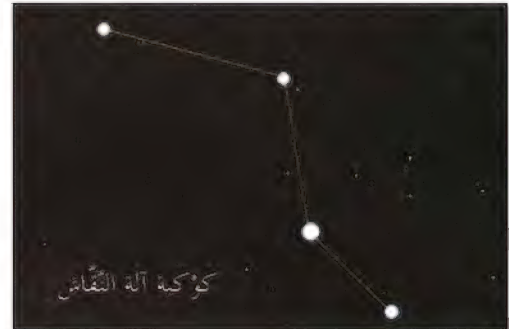
كوكبة الكلب الأصغر Canis Minor

تَقَعُ بَيْنَ كُوكَبَةِ (وَحِيدِ الْقَرْنِ) وَبَيْنَ بُرْجِ (الْجُوزَاءِ أَوْ

مُنْتَظَمِ دَا ثَمَانِيَةِ أَضْلَاعٍ يَنْبُعُثُ مِنْ أَحَدِهَا نَحْوَ خَارِجِ الْمُضْلَعِ مُسْتَقِيمٌ قَصِيرٌ. وَتَضُمُّ هَذِهِ الْكُوكَبَةُ نَجْمًا وَاحِدًا مِنَ الْمَرْتَبَةِ الْأُولَى، هُوَ (سُهَيْلُ الْيَمَنِ)، وَنَجْمَيْنِ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّانِيَةِ. وَيَأْتِي (سُهَيْلُ الْيَمَنِ) فِي الدَّرَجَةِ الثَّانِيَةِ مِنْ حَيْثُ اللَّمَعَانُ بَيْنَ نُجُومِ السَّمَاءِ بَعْدَ نَجْمِ (الشُّعْرَى الْيَمَانِيَّةِ). وَلَوْ أَنَّ بُعْدَهُ عَنَّا كَانَ مِثْلَ بُعْدِ (الشُّعْرَى الْيَمَانِيَّةِ)، لَفَاقَهَا فِي اللَّمَعَانِ. وَبِصُورَةٍ عَامَّةٍ، فَإِنَّ كُوكَبَةَ (الْقَرِينَةِ) تُعْتَبَرُ مِنَ الْكُوكَبَاتِ اللَّامِعَةِ. وَأَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ (143) دَرَجَةً عَرْضِ سَمَاوِيَّةٍ.

كوكبة آلة النقاش Caelum

وَهِيَ مَجْمُوعَةٌ نُجُومٍ خَافِتَةٌ مِنَ الدَّرَجَةِ الْخَامِسَةِ مُبَعَثَرَةٌ بَيْنَ كُوكَبَيْ (النَّهْرِ) وَ(الْيَمَامَةِ) لَا يَجْمَعُهَا شَكْلٌ هَنْدَسِيٌّ، وَأَقْرَبُ نُجُومِهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ حَوَالِي (127) دَرَجَةً عَرْضِ سَمَاوِيَّةٍ.



كوكبة الكلب الأكبر Canis Major

تَقَعُ بَيْنَ كُوكَبَيْ (الْأَرْنَبِ) وَ (مُؤَخَّرَةِ السَّفِينَةِ). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (15) نَجْمًا أَهْمُهَا النَّجْمُ الْمُسَمَّى (أ) أَلِفَ الْكَلْبِ أَوْ (الشُّعْرَى الْيَمَانِيَّةِ) (سِيرُوس)، وَهُوَ مِنْ نُجُومِ الْمَرْتَبَةِ الْأُولَى وَمِنْ أَكْثَرِ نُجُومِ السَّمَاءِ لَمَعَانًا، وَمَعَ أَنَّهُ وَقَعَ عَلَى بُعْدِ (103) دَرَجَاتٍ عَنِ الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ، فَإِنَّ جَمِيعَ سُكَّانِ نِصْفِ الْكُرَةِ الشَّمَالِيِّ يُمَكِّنُهُمْ أَنْ يَرَوْهُ بِاسْتِثْنَاءِ مَنْ هُوَ مُقِيمٌ دَاخِلَ الدَّائِرَةِ

الثالثة، أحدها نجم تَوَامْ مُزدوج، وما تبقى من نجومها فمن المرتبتين الرابعة والخامسة. وأقرب نجم فيها إلى القطب الشمالي يبعد عنه (127) درجة عرض سماوية.

وفي هذه الكوكبة نجد أقرب نجم من نجوم مجرتنا إلينا بعد الشمس، وهو النجم المُسمى (الأقرب القنطوري) الذي يبعد عنا (4.27) سنوات ضوئية، ويليه في القرب (أ) (ألف قنطورس) الذي يبعد عنا (4.31) سنوات ضوئية.

ومن خلال قلب هذه الكوكبة، يرى بالمرقب الحشد الكروي المُسمى (أوميغا قنطورس) في مكان النجم المُسمى بهذا الاسم (أوميغا قنطورس).

التوأمين). وتتألف من نجمين اثنين على خط مُستقيم، أحدهما نجم من الدرجة الأولى وهو (الشعري الشامية)، أما الثاني فمن الدرجة الرابعة ويسمى (الغميصاء)، وهو أقرب النجمين إلى خط الاستواء، إذ يبعد عنه (81) درجة عرض سماوية.



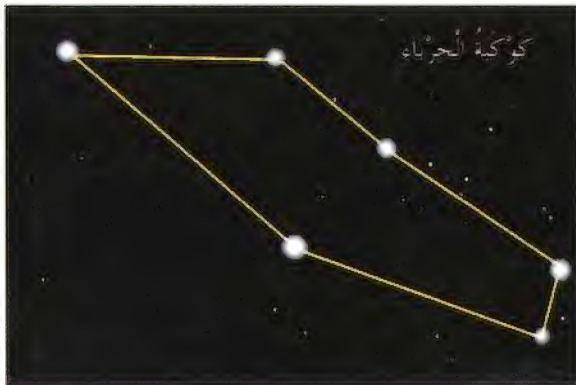
كوكبة قنطورس Centaurus

تقع بين كوكبتَي (الشراع) و(الذئب). وتتألف من (25) نجماً ترتصف على خطوط مُنكسرة تلتقي مُشكلة عدداً من الزوايا المُختلفة فيما بينها.

وتضم هذه الكوكبة من النجوم اللامعة أكثر مما تضمه أية كوكبة أخرى، إذ فيها نجمان من الدرجة الأولى هما (أ) ألف قنطورس و(رجل قنطورس) أو (ب) باء قنطورس. ولا نجد في السماء نجمين من الدرجة الأولى مثل هذين النجمين قرباً من بعضهما، إذ لا يفصل بينهما إلا مسافة (5) درجات سماوية طولية. كما نجد فيها ستة نجوم من الدرجة

كوكبة الحرياء Chamaeleon

تقع بين كوكبتَي (القريشة) و(البلسرة). وتتألف من (3) نجوم خافتة من الدرجة الخامسة، تصطف على خط مُنكسر، أقربها إلى القطب الشمالي يبعد عنه (167) درجة عرض سماوية.



كوكبة الفرجار (البنكار) Circinus

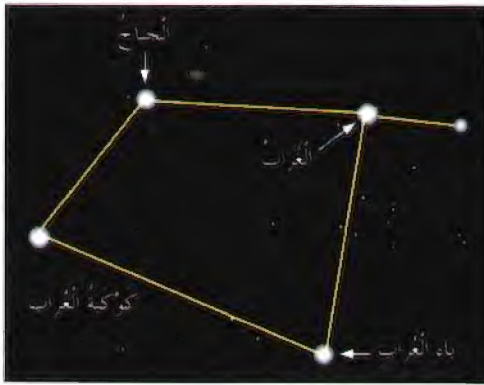
تقع بين كوكبتَي (قنطورس) و(المثلث الجنوبي). وتتألف من نجمين أحدهما من المرتبة الرابعة والثاني من المرتبة الخامسة، أقربهما إلى القطب الشمالي يبعد عنه (148) درجة عرض سماوية.



الخامسة. وأقرب نجمٍ منهما إلى خطِّ الاستواء يبعدُ عنه (136) درجة عرضٍ سماوية.

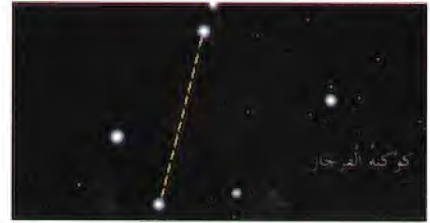
كوكبة الغراب Corvus

تقع بين بُرج (السُّبُلَة أو العُذراء) وبين كوكبة (الشُّجاع). وتتألف من (4) نجوم تُشكّل فيما بينها شبهً منحرفٍ تحتلُّ تلك النجوم زواياه، ثلاثةٌ منها لامعة، إذ إنّها من المرتبة الثالثة، يُدعى أولها (الغراب) والثاني (بيت الغراب) والثالث (الجناح)، أمّا النجم الرابع فهو أقلُّ لمعاناً، إذ إنّهُ من المرتبة الرابعة. والنجم المُسمّى (الجناح) هو أقرب نجمٍ فيها إلى القطب الشمالي، إذ يبعدُ عنه مقدار (97).



كوكبة فوهة البركان أو الكأس الباطية Crater

تقع بين كوكبتَي (الشُّجاع) و(الغراب). وتتألف من (7) نجوم خافتة، إذ ليس فيها إلا نجم واحد من المرتبة الرابعة، تنتظم على شكلٍ مضلعٍ سباعيٍّ غير منتظم، أقرب نجمٍ فيها



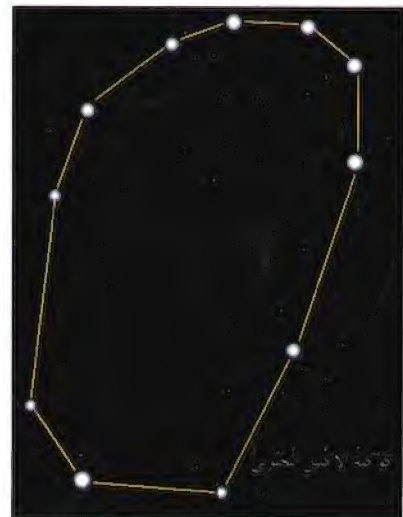
كوكبة البمامة (الحمامة) Columba

تقع بين كوكبتَي (النَّهر) و (السَّفينة). وتتألف من (6) نجوم تنتظم في خطوطٍ ثلاثةٍ تلتقي في نقطةٍ واحدة، وأحدها مُنكسرٌ. فيها نجم واحد من المرتبة الثالثة يُدعى (القدم)، وثلاثة نجوم من المرتبة الرابعة، ونجمان خافتان من المرتبة الخامسة. وأقرب نجمٍ فيها إلى القطب الشمالي يبعدُ عنه (124) درجة عرضٍ سماوية.



كوكبة الإكليل الجنوبيّ Corona Australis

تقع بين كوكبتَي (المَجْمَرَة) و(بُرج (القوس أو الرامي)). وتتألف من نجمين يصل بينهما خطٌ مُستقيمٌ قصيرٌ، أحد النجمين من المرتبة الرابعة، أمّا الثاني فهو من المرتبة



النَّجْمِ بَنَجْم (ب) بَاءِ التَّصَالِبِ، نَجْدُهُ لَا يَتَجَاوَزُ نُقْطَةَ (دَمَ حَمْرَاءَ) قُرْبَ صَحْفَةِ طَعَامٍ بَيْضَاءَ. وَفِي مِثْلَةِ التَّصَالِبِ، نَجْدُ جُزْءٍ مِنْ أَكْثَرِ أَجْزَاءِ مَجَرَّتِنَا سَطُوعاً، كَمَا نَجْدُ فِي هَذَا الْجُزْءِ مِنَ الْمَجَرَّةِ مَشْهُداً يُعْتَبَرُ مِنْ أَغْرَبِ مَعَالِمِهَا، يَتَأَلَّفُ مِنْ رُقْعَةٍ سَوْدَاءَ فِي قَلْبِ هَذَا الْجُزْءِ الْمَجَرِّيِّ السَّاطِعِ، لَهَا شَكْلُ الْكُمْتَرَى، تَمْتَدُّ عَلَى مَسَافَةِ (8) دَرَجَاتٍ طُولِ سَمَاوِيَّةٍ، وَبِعَرْضِ (5) دَرَجَاتٍ عَرْضِ سَمَاوِيَّةٍ، دَعَاها الْفَلَكِيُّونَ وَالْبَحَّارَةُ قَدِيماً بِاسْمِ (كِيسِ الْفَحْمِ). وَكَانَ الْأُسْتَرَالِيُّونَ الْقَدَامَى يَزْعُمُونَ أَنَّهَا حُفْرَةٌ مِنَ الظَّلَامِ، وَأَنَّهَا كُنْثَلَةُ الشَّرِّ الْمُتَجَسِّدَةُ عَلَى شَكْلِ طَائِرٍ أَرْضِيٍّ يَدْعُوْنَهُ (إِيْمُو) وَأَنَّهُ جَائِعٌ عِنْدَ شَجَرَةٍ تُمَثِّلُهَا كَوْكَبَةُ (التَّصَالِبِ)، وَأَنَّهُ يَكْمُنُ هُنَاكَ لِاصْطِيَادِ الْحَيَوَانَ الْمُسَمَّى (أَبْسُوم) الَّذِي اضْطَرَّهُ مُطَارِدُوهُ مِنَ الصَّيَّادِينَ لِلِلْتَجَاءِ إِلَى أَعْلَى تِلْكَ الشَّجَرَةِ. وَقَدْ بَيَّنَّتِ الْمَرَاقِبُ الْحَدِيثَةُ أَنَّ تِلْكَ الرُّقْعَةَ السَّوْدَاءَ مَا هِيَ إِلَّا سَدِيمٌ تَرَائِي مُظْلِمٌ بِسَبَبِ كَثَافَتِهِ الَّتِي تَحْجُبُ خَلْفَهَا نُورَ النُّجُومِ حَجَباً كَامِلاً.

كَوْكَبَةُ الْخُوتِ الذَّهَبِيِّ (أَبُو سَيْفٍ) Dorado

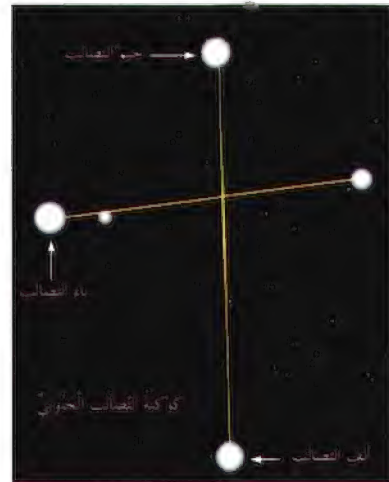
تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَتَيْ (الشَّبَكَةِ) وَ(بَيْتِ الْمَصُورِ). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (3) نُجُومٍ تَقَعُ عَلَى خَطِّ مُسْتَقِيمٍ، نَجْمَانِ مِنْهَا مِنَ الْمَرْتَبَةِ الرَّابِعَةِ، أَمَّا الثَّلَاثُ فَمِنَ الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ وَهُوَ أَقْرَبُهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ، إِذْ يَبْعُدُ عَنْهُ مِقْدَارُ (142) دَرَجَةِ عَرْضِ سَمَاوِيَّةٍ.



إِلَى نَجْمِ الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ بِمِقْدَارِ (96) دَرَجَةِ عَرْضِ سَمَاوِيَّةٍ. وَهِيَ مِنْ كَوْكَبَاتِ سَمَاءِ نِصْفِ الْكَرَةِ الْجَنُوبِيِّ.

كَوْكَبَةُ التَّصَالِبِ الْجَنُوبِيِّ Crux

تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَتَيْ (الْقَرِينَةِ) وَ(قَطُورَس). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (4) نُجُومٍ لَامِعَةٍ تُشَكِّلُ فِيمَا بَيْنَهَا خَطَّيْنِ مُتَصَالِبَيْنِ، ثَلَاثَةٌ مِنْهَا مِنَ الدَّرَجَةِ الثَّانِيَةِ هِيَ (أ) أَلْفُ التَّصَالِبِ وَ(ب) بَاءُ التَّصَالِبِ وَ(ج) جِيمُ التَّصَالِبِ وَهُوَ أَقْرَبُهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ، إِذْ يَبْعُدُ عَنْهُ مِقْدَارُ (146) دَرَجَةِ عَرْضِ سَمَاوِيَّةٍ، أَمَّا النَّجْمُ الرَّابِعُ فَهُوَ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الرَّابِعَةِ. وَلَمَّا كَانَتْ نُجُومُ التَّصَالِبِ الثَّلَاثَةُ اللَّامِعَةُ قَرِيبَةً مِنْ بَعْضِهَا، فَقَدْ اعْتُبِرَتْ هَذِهِ الْكَوْكَبَةُ مِنَ الْكَوْكَبَاتِ الْمُمَيَّزَةِ بَيْنَ كُلِّ كَوْكَبَاتِ الْقُبَّةِ السَّمَاوِيَّةِ الْجَنُوبِيَّةِ، كَمَا هُوَ الْحَالُ بِالنِّسْبَةِ لِكَوْكَبَةِ (الدُّبِّ الْأَكْبَرِ) الْمُمَيَّزَةِ بِسُهُولَةٍ بَيْنَ جَمِيعِ كَوْكَبَاتِ الْقُبَّةِ السَّمَاوِيَّةِ الشَّمَالِيَّةِ. وَبُشِيرُ الْخَطِّ الطَّوِيلِ مِنْ خَطِّي التَّصَالِبِ، الْمُتَنَهِي بِطَرَفَيْهِ بِنَجْمَيْنِ لَامِعَيْنِ، إِلَى الْقُطْبِ الْجَنُوبِيِّ الَّذِي يَبْعُدُ عَنْهُ بِمِقْدَارِ (27) دَرَجَةِ عَرْضِ سَمَاوِيَّةٍ.



وَبُشِيرُ النَّجْمِ (ب) بَاءِ التَّصَالِبِ إِلَى نَجْمٍ قَرِيبٍ مِنْهُ خَافِتٍ، إِنَّمَا يُعْتَبَرُ فَرِيداً فِي لَوْنِهِ بَيْنَ جَمِيعِ نُجُومِ السَّمَاءِ، كَمَا قَالَ عَنْهُ الْعَالِمُ الْفَلَكِيُّ (جون هرشل) الَّذِي رَصَدَهُ، فَهُوَ أَلْمَعَ نَجْمٍ أَحْمَرَ تَمَّ رَصْدُهُ حَتَّى الْيَوْمِ، إِذْ أَنَّ حُمْرَتَهُ الْقُرْمُزِيَّةَ تَجْعَلُهُ يُشَبَّهُ بِلَوْنِهِ لَوْنِ الدَّمِ الْأَحْمَرِ الْقَانِي. وَعِنْدَمَا نَقَارُنُ هَذَا

كوكبة الساعة Horologium

تقع بين كوكبتَي (العنقاء) و(فُرن الكيمياء). وتتألف من مجموعة نجوم مُبعثرة بين هاتين الكوكبتين، وكلها نجوم خافتة من المَرْتَبَةِ الخامسة. وأقرب نجم فيها إلى القطب الشمالي يبعد عنه بمقدار (121) درجة عرض سَمَويَّة.



كوكبة حية الماء Hydrus

تقع بين كوكبتَي (توكن) و(الشبكة). وتتألف من (5) نجوم قائمة على خط مُنكسر، أحدها من المَرْتَبَةِ الثالثة، واثنان من المَرْتَبَةِ الرابعة، واثنان من المَرْتَبَةِ الخامسة. وأقرب نجم فيها إلى القطب الشمالي يبعد عنه (153) درجة عرض سَمَويَّة.



كوكبة الهندي Indus

تقع بين كوكبتَي (الطاووس) و(البجع). وتتألف من ثلاثة نجوم يصل بينها خط مُستقيم وهمي، نجمان منها من الدَرَجَةِ الرابعة، أما الثالث فهو من الدَرَجَةِ الخامسة، وأقرب نجم فيها إلى

كوكبة فُرن الكُور Fornax

تقع في قلب كوكبة (النهر) التي تحدّها من جهة، بينما تحدّها كوكبة (قيطس) من الجهة الثانية. وتتألف من نجمين أحدهما من المَرْتَبَةِ الخامسة، والثاني من المَرْتَبَةِ الرابعة وهو الأقرب إلى القطب الشمالي، إذ يبعد عنه مقدار (119) درجة عرض سَمَويَّة.

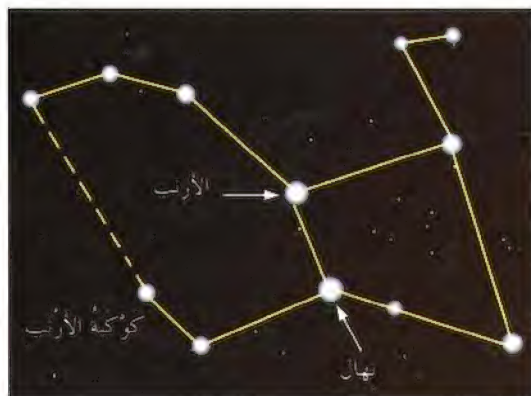


كوكبة الكركي Grus

تقع بين كوكبتَي (الهندي) و(العنقاء). وتتألف من (10) نجوم، اثنان منها من المَرْتَبَةِ الثالثة، واثنان آخران من المَرْتَبَةِ الرابعة، والباقي من المَرْتَبَةِ الخامسة. وأقرب نجم فيها إلى القطب الشمالي هو النجم المُسمّى (الذنب)، ويبعد عنه (127) درجة عرض سَمَويَّة.



نُجُومُهَا فِيمَا بَيْنَهَا مُضَلَعًا سُدَاسِيًّا غَيْرَ مُنْتَظِمٍ، أَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ (107) دَرَجَاتٍ عَرْضِ سَمَاطِيَّةٍ.



كوكبة الجبل Mensa

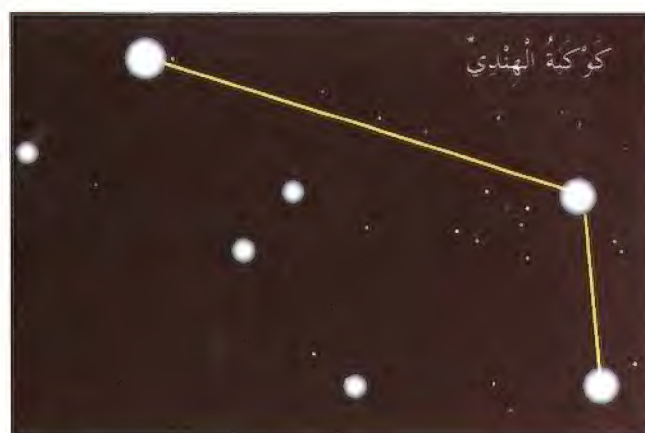
تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَيْ (الشُّجَاعِ الذَّكْرِ) وَ(الْمُجَنِّحِ). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ مَجْمُوعَةٍ نُجُومٍ خَافَتِهِ مُبْعَثَرَةٌ بَيْنَ الْكَوْكَبَيْنِ الْمَذْكُورَتَيْنِ، لَا يَجْمَعُهَا شَكْلٌ هَنْدَسِيٌّ. وَأَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ (165) دَرَجَةً عَرْضِ سَمَاطِيَّةٍ.



كوكبة المجهر Microscopium

تَقَعُ بَيْنَ (بُرْجِ الْقَوْسِ أَوْ الرَّامِي) وَبَيْنَ كَوْكَبَيْ (الْحُوتِ الْجَنُوبِيِّ). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ مَجْمُوعَةٍ نُجُومٍ مُبْعَثَرَةٍ لَا يَرْتَبُطُهَا شَكْلٌ

الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ بِمِقْدَارِ (137) دَرَجَةً عَرْضِ سَمَاطِيَّةٍ.



كوكبة الذئب Lupus

تَتَأَلَّفُ مِنْ (16) نَجْمًا تَنْتَظِمُ فِي خُطُوطٍ مُنْكَسِرَةٍ تَتَّصِلُ فِيمَا بَيْنَهَا مُشَكِّلَةً عِدَّةَ زَوَايَا. فِيهَا ثَلَاثَةُ نُجُومٍ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّالِثَةِ هِيَ (أ) أَلْفُ الذَّئْبِ وَ(ب) بَاءُ الذَّئْبِ وَ(ج) جِيمُ الذَّئْبِ، وَمَا تَبَقَّى مِنْ نُجُومِهَا فَهِيَ مِنَ الْمَرْتَبَتَيْنِ الرَّابِعَةِ وَالْخَامِسَةِ. وَأَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ (125) دَرَجَةً عَرْضِ سَمَاطِيَّةٍ.

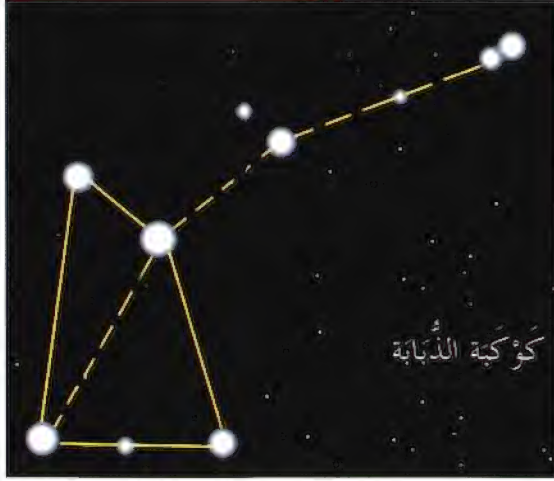


كوكبة الأرنب Lepus

تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَيْ (النَّهْرِ) وَ (الْكَلْبِ الْأَكْبَرِ). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (7) نُجُومٍ: اثْنَانِ مِنْهَا مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّالِثَةِ، هُمَا النُّجُومُ الْمُسَمَّي (نَهَال) وَالنُّجُومُ الْمُسَمَّى (الْأَرْنَب). وَتُشَكِّلُ

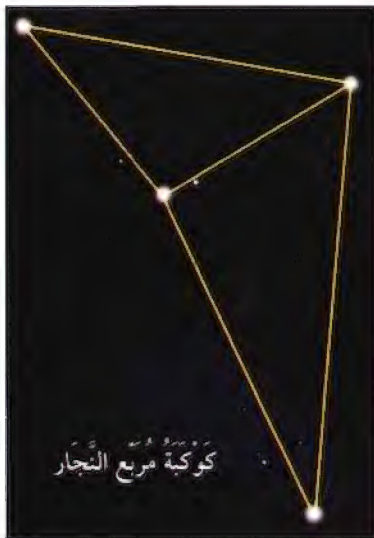
هَنْدَسِيٌّ، أَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ (122) دَرَجَةَ عَرْضِ سَمَاوِيَّةٍ.

(157) دَرَجَةَ عَرْضِ سَمَاوِيَّةٍ.



كَوْكَبَةُ مُرَبِّعِ النَّجَّارِ Norma

وَهِيَ مَجْمُوعَةُ نُجُومٍ مُتَنَازِعَةٍ بَيْنَ كَوْكَبَاتِ (قَنْطُورَس) وَ(الذَّئْبِ) وَ(الْعَقْرَبِ). وَهِيَ نُجُومٌ خَافِتَةٌ كُلُّهَا مِنَ الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ، لَا يَجْمَعُ فِيهَا بَيْنَهَا شَكْلٌ هَنْدَسِيٌّ، وَأَقْرَبُهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ (135) دَرَجَةَ عَرْضِ سَمَاوِيَّةٍ.



كَوْكَبَةُ الشُّمْنِيَّةِ Octans

تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَتَيْ (عُصْفُورِ الْجَنَّةِ) وَ(الشُّجَاعِ الذَّكْرِ). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (4) نُجُومٍ، يَصِلُ بَيْنَهَا خَطٌّ وَهْمِيٌّ مُنْكَسِرٌ، أَحَدُهَا

كَوْكَبَةُ وَحِيدِ الْقَرْنِ Monoceros

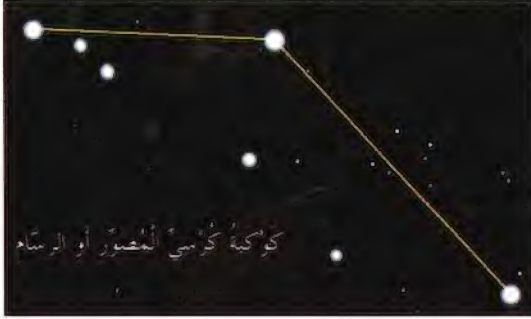
تَقَعُ هَذِهِ الْكَوْكَبَةُ بَيْنَ كَوْكَبَتَيْ (الْجَبَّارِ) وَ(الشُّجَاعِ). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (6) نُجُومٍ تَرْتَصِفُ عَلَى شَكْلِ خَطِّ مُنْكَسِرٍ، أَقْرَبُهَا إِلَى نَجْمِ الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ بِمِقْدَارِ (88) دَرَجَةَ عَرْضِ سَمَاوِيَّةٍ. وَنُجُومٌ هَذِهِ الْكَوْكَبَةِ خَافِتَةٌ، كُلُّهَا مِنَ الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ.



كَوْكَبَةُ الذُّبَابَةِ Musca

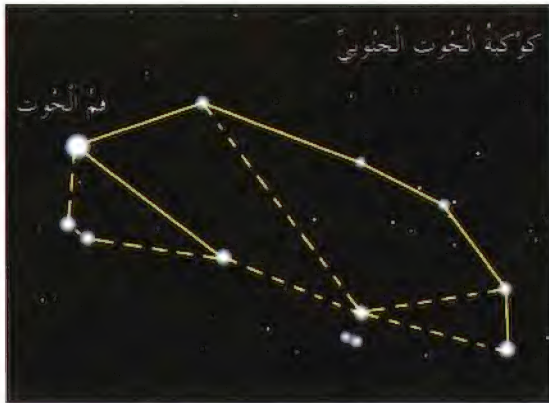
تَقَعُ بَيْنَ كَوْكَبَتَيْ (الْقَرِينَةِ) وَ(الْفَرَجَارِ). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (4) نُجُومٍ قَائِمَةٍ عَلَى خَطِّ مُنْكَسِرٍ، أَحَدُهَا مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّالِثَةِ، وَاثْنَانِ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الرَّابِعَةِ، وَالنَّجْمُ الْأَخِيرُ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ. وَأَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ

نُجُومُهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ (142) دَرَجَةً عَرْضِ سَمَويَّةٍ.



كوكبة الحوت الجنوبي *Piscis Austrinus*

تَقَعُ بَيْنَ (بُرْجِ الجَدِي) وَكوكبة (مَعْمَلِ المَصَوِّرِ). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (7) نُجُومٍ تَنْتَظِمُ فِي مُضَلَعٍ سُدَاسِيٍّ غَيْرِ مُنْتَظِمٍ، فِيهَا نَجْمٌ وَاحِدٌ لَامِعٌ مِنَ الدَّرَجَةِ الثَّانِيَةِ هُوَ (فَمُ الحُوتِ)، أَمَّا بَقِيَّةُ نُجُومِهَا فَخَافِتَةٌ، إِذْ إِنَّهَا مِنَ الدَّرَجَةِ الْخَامِسَةِ. وَأَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ (117) دَرَجَةً عَرْضِ سَمَويَّةٍ.



كوكبة البوصلة (بيت الموصلة) *Pyxis*

تَقَعُ بَيْنَ كوكبتَي (المُؤَخَّرَةِ) وَ(الشَّرَاعِ). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (3) نُجُومٍ تَنْتَظِمُ فِي خَطٍّ مُسْتَقِيمٍ، وَاحِدٌ مِنْهَا مِنَ الْمَرْتَبَةِ الرَّابِعَةِ، وَالْآخَرَانِ الْبَاقِيَانِ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ. وَأَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ حَوَالِي (118) دَرَجَةً عَرْضِ سَمَويَّةٍ.

مِنْ نُجُومِ الْمَرْتَبَةِ الرَّابِعَةِ، أَمَّا الثَّلَاثَةُ الْبَاقِيَةُ فَمِنْ نُجُومِ الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ، أَقْرَبُهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ (167) دَرَجَةً عَرْضِ سَمَويَّةٍ.



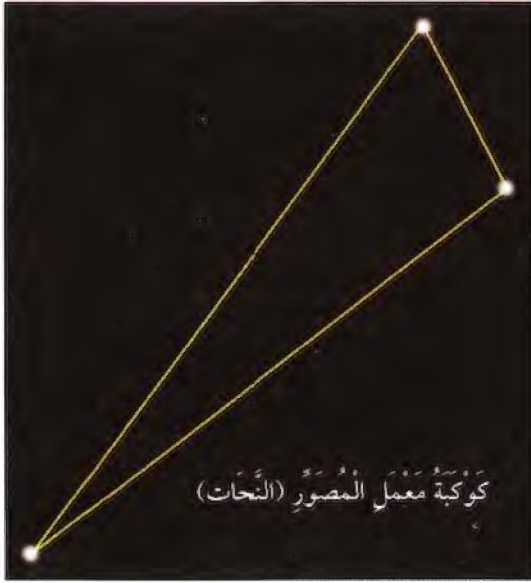
كوكبة الطاووس *Pavo*

تَقَعُ بَيْنَ كوكبتَي (المُثَلِّثِ الجنوبي) وَ(الطوقان). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (10) نُجُومٍ: أَحَدُهَا مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّالِثَةِ، وَثَلَاثَةٌ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الرَّابِعَةِ، وَمَا بَقِيَ فَهِيَ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ. وَتَنْتَظِمُ نُجُومُهَا فِي مُضَلَعٍ غَيْرِ مُنْتَظِمٍ مُؤَلَّفٍ مِنْ تِسْعَةِ أَضْلَاعٍ. وَأَقْرَبُ نَجْمٍ فِيهَا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ يَبْعُدُ عَنْهُ (147) دَرَجَةً عَرْضِ سَمَويَّةٍ.



كوكبة بيت المصور أو كُزَيِّ المصوّر *Pictor*

تَقَعُ بَيْنَ كوكبتَي (الحُوتِ الذَّهَبِيِّ) وَ(الْقَرِينَةِ). وَتَتَأَلَّفُ مِنْ (3) نُجُومٍ: اثْنَانِ مِنْهَا مِنَ الْمَرْتَبَةِ الرَّابِعَةِ، وَالثَّالِثُ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ، مُشَكِّلَةً فِيهَا خَطًّا مُنْكَسِرًا. وَأَقْرَبُ



كوكبة الترس Scutum

تقع بين كوكبتَي (الشجاع) و(العقاب). وهي مجموعة نجوم خافتة مُبعثرة، أقربها إلى القطب الشمالي يُبعد عنه (96) درجة عرض سماوية.



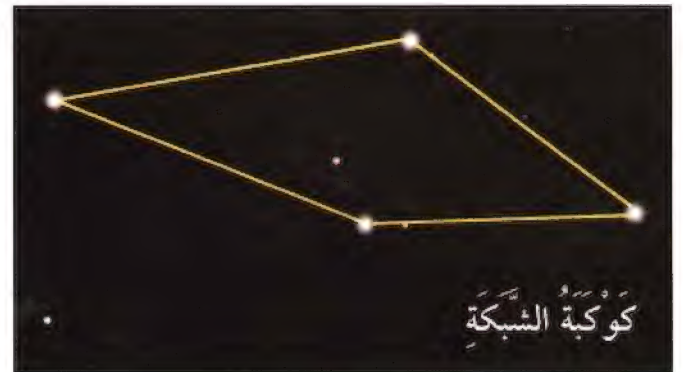
كوكبة السدسية Sextans

تقع بين كوكبة (الشجاع) وبين بُرج (الأسد). وتنتظم نجومها الخافتة الثلاثة على شكل زاوية مُنفرجة قليلاً، أقربها إلى القطب الشمالي يُبعد عنه (85) درجة عرض سماوية.



كوكبة الشبكة Reticulum

تقع بين كوكبتَي (الشجاع الذكري) و(الحوت الذهبي). وتتألف من (5) نجوم تقع على خط مُنكسر، اثنان منها من المراتبة الرابعة، والباقي من المراتبة الخامسة. وأقرب نجم فيها إلى القطب الشمالي يُبعد عنه (149) درجة عرض سماوية.



كوكبة معمل المصور (النحات) Sculptor

تقع بين كوكبتَي (البجع) و(قيطس). وتتألف من (3) نجوم خافتة من الدرجة الخامسة، قائمة على خط مُستقيم. وأقرب نجم فيها إلى القطب الشمالي يُبعد عنه (119) درجة عرض سماوية.



كوكبة المثلث الجنوبي Triangulum Australe

تقع بين كوكبتَي (الفرجار) و(الطاووس). وتتألف من (5) نجوم تُشكّل فيما بينها مثلثاً، ومنها نجم من المَرْتَبَةِ الثَّانِيَةِ هُوَ (أ) أَلْفُ الْمُثَلَّثِ، وثلاثة من المَرْتَبَةِ الرَّابِعَةِ، ونجم واحد من المَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ. وأقرب نجم فيها إلى القطب الشمالي يبعد عنه بمقدار (153) درجة عرض سَمَاوِيَّة.



كوكبة الطوقان Tucana

تقع بين كوكبتَي (الطاووس) و(الشجاع). وتتألف من (4) نجوم، أحدها من المَرْتَبَةِ الثَّانِيَةِ والباقي من المَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ، تقع كلها على خط مُنْكَسِرٍ، أقربها إلى القطب الشمالي يبعد عنه (148) درجة عرض سَمَاوِيَّة.



كوكبة المِرْقَب Telescopium

تقع ضمن بُرْجِ (القوس أو الرامي) الذي يُحيطُ بها من ثلاث جهات. وتتألف من (3) نجوم خافتة من المَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ، تُشكّل فيما بينها خطاً مُنْكَسِراً مَحْدُودَ الْإِمْتِدَادِ، أقرب نجم فيها إلى القطب الشمالي يبعد عنه (124) درجة عرض سَمَاوِيَّة.



كوكبة المثلث Triangulum

تقع بين كوكبة (المِرْقَبِ) (المِرْقَبِ) (المِرْقَبِ) من جهة، وبين بُرْجِ (الحمل) من جهة ثانية. وتتألف من ثلاثة نجوم تُشكّل فيما بينها مثلثاً قائم الزاوية، وأقرب نجم فيها إلى القطب الشمالي يبعد عنه حوالي (55) درجة عرض سَمَاوِيَّة. ونجومها خافتة اللّمعان، فاثانٍ منها من المَرْتَبَةِ الرَّابِعَةِ، أما الثالث فهو من المَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ.

كوكبة السمكة الطائرة Volans

تقع بين كوكبتَي (الشجاع الذكّر) و (القريّة). وتتألف من (5) نجوم تنتظم في معين غير منتظم، يمتد من أحد رؤوسه خط مستقيم، ثلاثة منها من المرتبة الرابعة، والنجمان الباقيان من المرتبة الخامسة. وأقرب نجم فيها إلى القطب الشمالي يبعد عنه (157) درجة عرض سماوية.



كوكبة الشراع Vela

والشراع هو الجزء الثاني من السفينة. تقع هذه الكوكبة بين كوكبتَي (المؤخرة) و (قنطورس). وتتألف من (11) نجماً أحدها من المرتبة الثانية، وهو (ج) جيم الشراع، و (5) نجوم أخرى من المرتبة الثالثة، هي (السهيل) و (مؤخرة الشراع) و (المركب) و (د) دال الشراع، وما بقي من نجومها فهي من المرتبتين الرابعة والخامسة. وأقرب نجم فيها إلى القطب الشمالي يبعد عنه حوالي (130) درجة عرض سماوية.



المجموعة الشمسية



دار الشرق العربي

لبنان - بيروت - ص.ب : 11/6918 الرمز البريدي 11072230

تلفاكس : 01 791668

سورية - حلب - ص.ب : 415 هاتف : 2115773 / 2116441

فاكس : 2125966

تمهيد

كانوا خمسة سادسهم الشمس، ثم أصبحوا سبعة وثامنهم الشمس ثم أصبحوا تسعة وعاشرهم الشمس . . ثم لا أحد يعلم بعددهم إلا خالقهم .
إنها مجموعة الشمس، نجمة مضيئة في الوسط وتراقص حولها مجموعة من الكواكب، بعضها صخري والآخر غازي ولا يوجد ثالث لهما .
يشارك الكواكب في هذه الرقعة أحزمة من الحجارة والصخور، التي ربما كانت ستصبح كوكبا لكن حظها العائر منعها من ذلك .

بين الحين والآخر تزورنا كتل من الجليد البارد، تقترب من الشمس فتتبخر ويصبح لها ذنب، لذلك نسميها بالمذنبات، ولا تمكث كثيرا إذ سرعان ما تففل عائدة إلى حيث جاءت .
بعد خروج بلوتو من تصنيف المجموعة الشمسية بالإجماع ككوكب تاسع، أصبح بإمكاننا تصنيفها إلى كواكب داخلية، وكواكب خارجية، وكواكب قزمة، بالإضافة لإمكانية تصنيفها إلى كواكب صخرية وكواكب غازية .

منها ما يرى بالعين المجردة ويمكن رصده، ومنها يحتاج لتلسكوبات ضخمة ذات قدرة تكبير هائلة، بعضها على الأرض والأخرى في الفضاء .

حتى وقتنا الحالي، وربما لعدة عقود، لن نستطيع الكشف عن كل أسرار وخفايا الكواكب، بل هناك الحاجة لجهود مئات العلماء لمعرفة ما يحدث فيها، وهذا لا شك يتطلب إنفاقا ليس بالقليل لاستجلاء هذه الأسرار .

هَناكَ وَهَناكَ، في الأعلى والأسفل،
لَيسَ هَذا إلا لُعبةٌ سَحريةٌ خَفيةٌ،
تَجرى في صُندوقِ شَبعته الشَّمسُ،
مِن حَولِها، تَحنُّ الأشِباحُ، نَدورُ

من رباعيات الخيام

المَجمُوعَةُ الشَّمسِيَّة

6	نُشوءُ الكَواكِبِ
14	قَوانينُ كَواكِبِ المَنتَظَمَةِ الشَّمسِيَّةِ
	الصِّفَاتُ المُشترَكةُ بَينَ كَواكِبِ
16	المَنتَظَمَةِ الشَّمسِيَّةِ
17	تَرتِيبُ الكَواكِبِ
18	هَجرةُ الكَواكِبِ في المَجمُوعَةِ الشَّمسِيَّةِ
18	الجاذِبيَّةُ في المَجمُوعَةِ الشَّمسِيَّةِ
19	امتِدادُ المَجمُوعَةِ الشَّمسِيَّةِ
19	البَحثُ عَن مَجمُوعاتِ شَمسِيَّةٍ جَديدةٍ
21	الشَّمسُ
51	عُطاردُ
58	الرُّهُرَةُ
68	الأَرَضُ
90	القَمَرُ
101	المَريخُ
114	المُشتَري
129	زُحَلُ
140	أورانوسُ
146	نِبتُونُ
152	الكَواكِبُ القَرمَزةُ
160	الكُويكباتُ
171	المُذَنَّبَاتُ
207	الشُّهُبُ
212	النِّيازِكُ

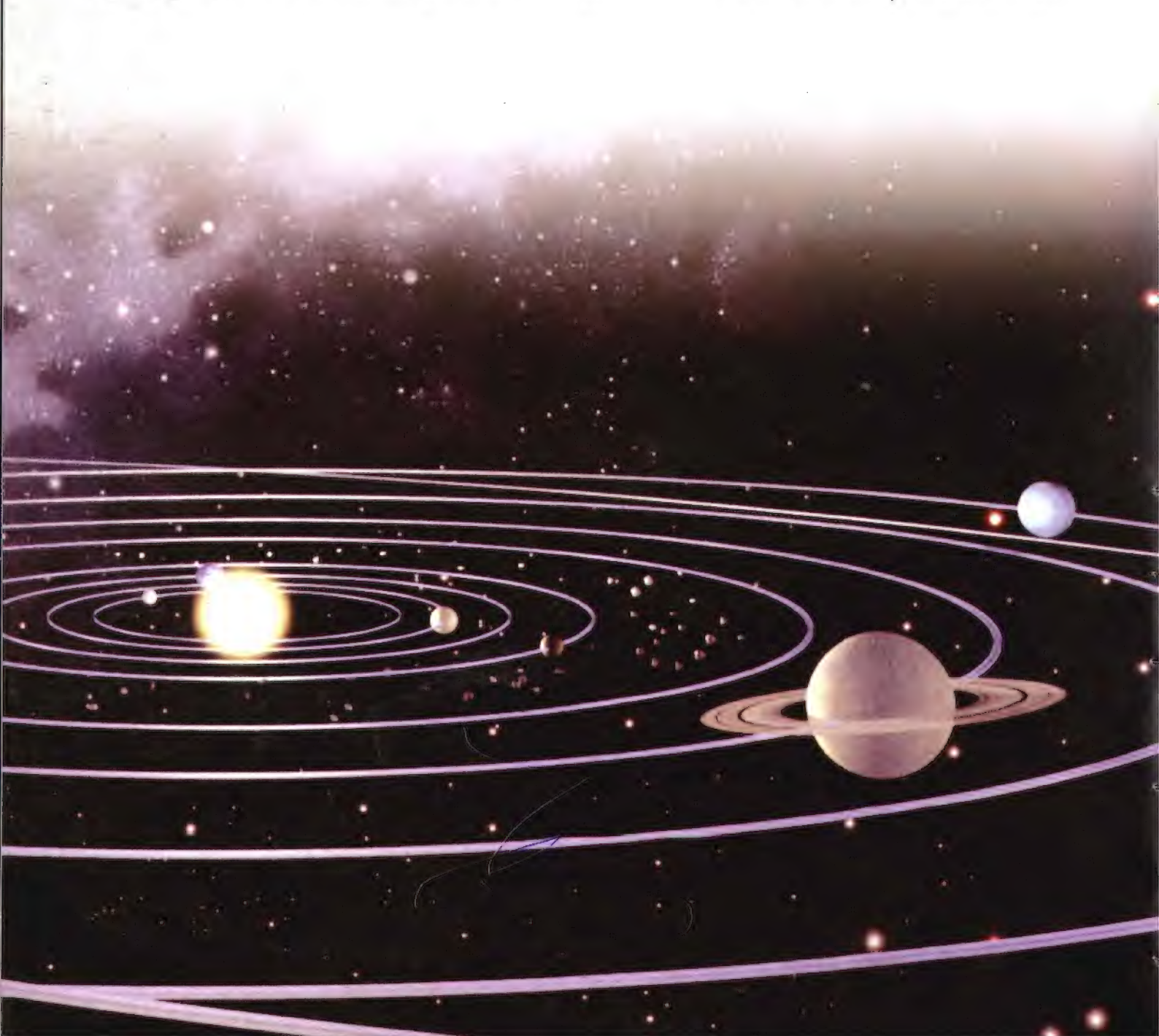
المَجْمُوعَةُ الشَّمْسِيَّة

Solar System

الْبِدَايَةِ، إِلَّا أَنَّهُمْ لَاحَظُوا مِنْ خِلَالِ رَصْدِهِمْ لَهَا أَنَّ بَعْضَهَا
يَتَحَرَّكُ فِي السَّمَاءِ مُغَيَّرًا مَوْقِعَهُ فِيهَا بَيْنَ يَوْمٍ وَآخَرَ، وَعِنْدَهَا
أُطْلِقُوا عَلَى مِثْلِ تِلْكَ الْأَجْرَامِ اسْمَ (كَوَاكِبِ سَيَّارَةٍ).

وَلَمَّا كَانَتْ عَمَلِيَّةُ رَصْدِ السَّمَاءِ تَتِمُّ بِالْعَيْنِ الْمُجَرَّدَةِ، فَإِنَّ
الْأَقْدَمِينَ لَمْ يَسْتَطِيعُوا أَنْ يَتَعَرَّفُوا عَلَى أَكْثَرِ مِنْ خَمْسَةِ كَوَاكِبِ
سَيَّارَةٍ هِيَ: عُطَارِدُ، الزُّهْرَةُ، الْمَرْيَخُ، الْمُشْتَرِي، وَزُحَلُ.
أَمَّا الْأَرْضُ فَقَدْ سَادَ الْإِعْتِقَادُ لَدَيْهِمْ، وَلِفَتْرَةٍ طَوِيلَةٍ،

كَانَ كَهَنَةُ الشُّعُوبِ الْقَدِيمَةِ يَنْفَرِدُونَ بِرَصْدِ الْأَجْرَامِ
السَّمَاويَّةِ مِنْ فَوْقِ سُطُوحِ مَعَابِدِهِمْ، مُعْتَبِرِينَ مَا كَانُوا يَقُومُونَ
بِهِ عَمَلًا مُقَدَّسًا لَا يَجُوزُ لِغَيْرِهِمْ أَنْ يُمَارِسَهُ. وَكَانُوا هُمْ أَوَّلَ
مَنْ أَطْلَقَ عَلَى نُجُومِ السَّمَاءِ اسْمَ (كَوَاكِبِ) Planets فِي



وَقَدْ ظَلَّتْ الْمَعْلُومَاتُ الَّتِي قَدَّمَتْهَا الْمَرَاصِدُ عَنْ
الْكَوَاكِبِ مَحْدُودَةٌ، وَبِخَاصَّةٍ مَا كَانَ مِنْهَا مُعْطًى بِحَوْثٍ كَثِيفٍ
مِنَ الْغَارَاتِ وَالْغُبَارِ مِمَّا كَانَ يَحُولُ دُونَ رُؤْيَا سَطْحِهَا.

وَعِنْدَمَا حُلَّ عَصْرُ الْأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ فِي النِّصْفِ الثَّانِي
مِنَ الْقَرْنِ الْعِشْرِينَ، قَامَ كُلُّ مِنَ الْإِتِّحَادِ السُّوفِيَّتِيِّ وَالْوِلَايَاتِ
الْمُتَّحِدَةِ بِإِرْسَالِ عَدَدٍ مِنْ تِلْكَ الْأَقْمَارِ إِلَى كُلِّ مِنْ عِطَارِدِ
وَالزُّهْرَةِ وَالْمِرْيَخِ وَالْمُشْتَرِيِّ وَزُحَلٍ. وَعِنْدَهَا أَمَكَنَ الْحُصُولُ
عَلَى مَعْلُومَاتٍ دَقِيقَةٍ وَشَامِلَةٍ حَوْلَهَا. كَمَا تَمَّ مُؤَخَّرًا إِرْسَالُ
أَقْمَارٍ صِنَاعِيَّةٍ إِلَى كَوْكَبَيْ (أورانوس) وَ(نبتون).

وَلَا تَرَالُ النَّيَّةُ مَعْقُودَةٌ عَلَى إِرْسَالِ أَقْمَارٍ صِنَاعِيَّةٍ
وَمُخْتَبِرَاتٍ فِضَائِيَّةٍ جَدِيدَةٍ بَيْنَ فِتْرَةٍ وَأُخْرَى لِيَتِمَّ اسْتِجْلَاءُ سِرِّ
كَامِلِ أَعْضَاءِ الْمَنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ.

نُشُوءُ الْكَوَاكِبِ

إِنَّ أُولَى الْمُحَاوَلَاتِ الَّتِي تَضَمَّنَتْ الْكَشْفَ عَنْ كَيْفِيَّةِ
نُشُوءِ كَوَاكِبِ الْمَنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ جَاءَتْ فِي النِّصْفِ الْأَوَّلِ مِنْ
الْقَرْنِ السَّابِعِ عَشَرَ، حِينَ صَاغَ الْفِيلَسُوفُ الْفَرَنْسِيُّ (ديكارت)
نَظَرِيَّتَهُ حَوْلَ هَذَا الْمَوْضُوعِ، ثُمَّ تَبِعَهُ بَعْدَ ذَلِكَ، فِي هَذَا
الْمَجَالِ، عَدَدٌ مِنْ كِبَارِ عُلَمَاءِ الْفَلَكِ وَالْجُغْرَافِيَّةِ وَالْجَبُولُوجِيَا
وَالْفِيْزِيَاءِ وَالرِّيَاضِيَّاتِ، وَمِنْ مُخْتَلَفِ دُولِ الْعَالَمِ.

وَمَعَ ذَلِكَ، لَمْ تَصِلْ نَظَرِيَّةٌ مِنْ تِلْكَ النَّظَرِيَّاتِ إِلَى دَرَجَةِ
الْبَقِيَّةِ، وَإِنْ كَانَ أَحَدُهَا قَدْ بَلَغَ دَرَجَةَ التَّرْجِيحِ وَالتَّغْلِيْبِ عَلَى مَا
سَبَقَهَا مِنْ نَظَرِيَّاتٍ، لِمُطَابَقَتِهَا لِلْحِسَابَاتِ الرِّيَاضِيَّةِ وَلِلدَّرَاسَاتِ
الْفِيْزِيَائِيَّةِ الَّتِي انْتَهَى إِلَيْهَا كِبَارُ الْمُخْتَصِّصِينَ فِي تِلْكَ الْمَجَالَاتِ.

وَفِيمَا يَلِي اسْتِعْرَاضَ لِكُلِّ نَظَرِيَّاتِ الْمُتَعَلِّقَةِ بِنُشُوءِ
كَوَاكِبِ الْمَنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ، بَدَأَ مِنْ أَوَّلِ نَظَرِيَّةٍ قَدَّمَتْ
حَوْلَ ذَلِكَ، وَانْتِهَاءً بِأَحْدَثِهَا الَّتِي تُعْبَرُ الْيَوْمَ أَكْثَرَهَا اعْتِمَادًا
وَتَرَجِيحًا.

بِأَنَّهَا مَرْكَزُ الْكَوْنِ، تَدُورُ حَوْلَهَا جَمِيعُ أَجْرَامِهِ، مِنْ شَمْسٍ
وَقَمَرٍ وَنُجُومٍ وَأَبْرَاجٍ وَكَوَاكِبِ سَيَّارَةٍ، وَأَنَّ الْكَوَاكِبِ السَّيَّارَةَ
الْهَلَاةَ قَائِمَةٌ فِي السَّمَاءِ، لِكُلِّ مِنْهَا مَرْكَزُهُ وَسُلْطَتُهُ؛ فَالْمُصْرِبُونَ
الْقَدَامَى دَعَوْا (الزُّهْرَةَ) الْإِلَهَةَ (عُشْتَارَ) وَاعْتَبَرُوهَا ابْنَةَ الْإِلَهِ
(الْقَمَرِ) الَّذِي دَعَوْهُ بِاسْمِ (سِين). وَقَدْ انْتَقَلَ تَقْدِيسُهَا إِلَى
شُعُوبٍ مَا بَيْنَ النَّهْرَيْنِ.

وَالْيُونَانِيُّونَ وَالرُّومَانُ اعْتَبَرُوهَا (الزُّهْرَةَ) إِلَهَةَ الْجَمَالِ، وَدَعَوْهَا
بِاسْمِ (فينوس). كَمَا اعْتَبَرُوهَا كَوْكَبَ (الْمِرْيَخِ) ابْنًا لِلْكَوْكَبِ
(عِطَارِدِ) الَّذِي قَدَّسُوهُ كَالِهٍ لِلْحَرْبِ. وَاعْتَبَرُوهَا كَوْكَبَ (الْمُشْتَرِيِّ)
أَبًا لِجَمِيعِ الْإِلَهِةِ وَمُعَلِّمًا وَمُرْشِدًا لَهَا، وَأَنَّهُ قَاهِرُ الْكَوْكَبِ الْإِلَهِ
(زُحَلِ)، وَاعْتَقَدُوا بِأَمْتِلَاكِهِ لِجَمِيعِ مَفَاتِيحِ الْأَرْضِ، حَيْثُ
يَتَصَرَّفُ فِيهَا كَمَا يَشَاءُ. وَقَدْ قَامَ شُعْرَاءُ وَفَلَاسِفَةُ تِلْكَ الشُّعُوبِ
الْقَدِيمَةِ بِنَسْجِ الْقِصَصِ وَالْمَلَاحِظِ حَوْلَ تِلْكَ الْإِلَهَةِ.

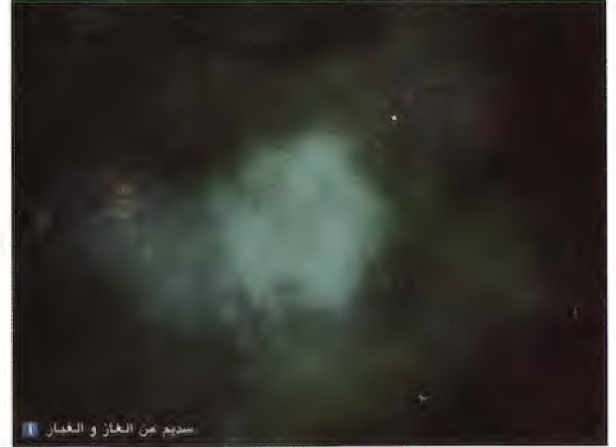
وَمَعَ تَطَوُّرِ الْفِكْرِ الْبَشَرِيِّ، وَاخْتِرَاعِ الْمِرْقَبِ الْفَلَكِيِّ مِنْ
قِبَلِ الْعَالِمِ الْفَلَكِيِّ الْإِيطَالِيِّ (غَالِيلِيو غَالِيلِي) وَالَّذِي أَمَكَنَ
تَطْوِيرَهُ فِيمَا بَعْدَ، أَمَكَنَ الْكَشْفَ عَنْ بَقِيَّةِ الْكَوَاكِبِ، وَفِي
مُقَدِّمَتِهَا (أورانوس) الَّذِي تَمَّ اكْتِشَافُهُ عَامَ 1781م، ثُمَّ
اكْتِشِفَ بَعْدَهُ الْكَوْكَبُ (نبتون) فِي عَامِ 1846م، ثُمَّ الْكَوْكَبُ
(بلوتو) فِي عَامِ 1930م، وَأَخِيرًا تَمَّ اكْتِشَافُ كَوْكَبِ عَاشِرِ
دَعْيِ (إيريس) وَذَلِكَ فِي عَامِ 2003م.

وَفِي نَفْسِ الْوَقْتِ قُضِيَ عَلَى الْإِعْتِقَادِ الَّذِي كَانَ يَجْعَلُ
مِنَ الْأَرْضِ مَرْكَزًا لِلْكَوْنِ، بَعْدَ أَنْ تَمَّ التَّأَكُّدُ مِنْ أَنَّ جَمِيعَ
الْكَوَاكِبِ السَّيَّارَةِ، بِمَا فِيهَا الْأَرْضُ، تَدُورُ حَوْلَ الشَّمْسِ،
وَأَنَّ دَوْرَانَ الْأَرْضِ حَوْلَ نَفْسِهَا هُوَ الَّذِي يَجْعَلُنَا نَتَخَيَّلُ بِأَنَّ
الْقُبَّةَ السَّمَاءِيَّةَ وَمَا فِيهَا مِنْ أَجْرَامٍ هِيَ الَّتِي تَدُورُ حَوْلَنَا.

وَقَدْ أَحَلَّ عُلَمَاءُ الْفَلَكِ فِيمَا بَعْدَ اسْمَ (الْكَوَاكِبِ) مَحَلَّ
(الْكَوَاكِبِ السَّيَّارَةِ) وَأَطْلَقُوا عَلَى بَقِيَّةِ أَجْرَامِ السَّمَاءِ الَّتِي
كَانُوا يَدْعُونَهَا (الْكَوَاكِبِ) اسْمَ (النُّجُومِ).



1 انتهاء تكون النظام الشمسي



سديم من الغاز و الغبار 1

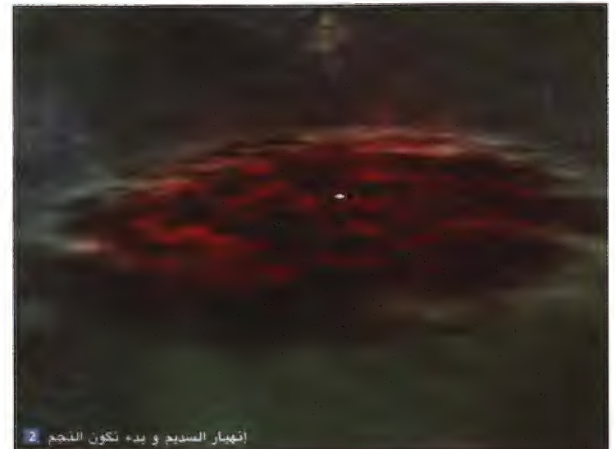
مَراحِل نُشُوءِ كَوَاكِبِ الْمُنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ

(1) نَظَرِيَّةُ دِيكَارْتِ :

وَهُوَ (رَبِينِيه دِيكَارْت) الْفَيْلَسُوفُ وَعَالِمُ الرِّيَاضِيَّاتِ الْفَرَنْسِيُّ، الَّذِي عَاشَ بَيْنَ عَامَيْ (1596 - 1650) م. وَكَانَ قَدْ تَقَدَّمَ بِنَظَرِيَّتِهِ قَبْلَ وَفَاتِهِ بِسِتِّ سَنَوَاتٍ أَيْ فِي عَامِ 1644 م. وَقَدْ جَاءَ فِيهَا مَا يَلِي : "إِنَّ الْغُبَارَ الْكَوْنِيَّ Cosmic dust الَّذِي خَلَفَتْهُ الشَّمْسُ حَوْلَهَا بَعْدَ تَشَكُّلِهَا، مَعَ جُمْلَةٍ مِنَ الْغَازَاتِ الْمُخْتَلِفَةِ، أَخَذَ شَكْلَ دَوَّامَاتٍ مُسْتَقِلَّةٍ، أَخَذَتْ تَدَوُّرَ حَوْلِ الشَّمْسِ، وَيَتَكَثَّفُ مَا فِيهَا شَيْئًا فَشَيْئًا، حَتَّى تَحَوَّلَتْ كُلُّ دَوَّامَةٍ مِنْهَا إِلَى كَوْكَبٍ مُسْتَقِلٍّ، وَكَانَ أَقْرَبُهَا إِلَى الشَّمْسِ (عُطَارِد) وَأَبْعَدُهَا عَنْهَا (زُحَل)، إِذْ لَمْ يَكُنِ الْكَوَاكِبُ (أُورَانُوس، نَبْتُون، بَلُوتُون) قَدْ تَمَّ اكْتِشَافُهَا حِينَئِذٍ].

كَمَا نَشَأَ حَوْلَ بَعْضِ الْكَوَاكِبِ، مِنْ مُخْلَفَاتِهَا الَّتِي تَرَكَتْهَا حَوْلَهَا مِنْ غَازَاتٍ وَغُبَارٍ كَوْنِيٍّ، دَوَّامَاتٌ صَغِيرَةٌ، أَدَّى تَكَثُّفُهَا فِيمَا بَعْدَ إِلَى نُشُوءِ تَوَابِعٍ تَدَوُّرَ حَوْلَ بَعْضِ تِلْكَ الْكَوَاكِبِ عَلَى شَكْلِ أَقْمَارٍ أَوْ حَلَقَاتٍ.

وَمَعَ أَنَّ هَذِهِ النَّظَرِيَّةَ هِيَ أَقْدَمُ النَّظَرِيَّاتِ الَّتِي قُدِّمَتْ حَوْلَ نُشُوءِ كَوَاكِبِ الْمُنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ، وَأَنَّ الَّذِي قَدَّمَهَا لَمْ يَكُنْ إِلَّا فَيْلَسُوفًا، فَقَدْ جَاءَتْ نَظَرِيَّتُهُ قَرِيبَةً فِي جَوْهَرِهَا، كُلِّ الْقُرْبِ، مِنْ أَحَدِثِ نَظَرِيَّةٍ صِيغَتْ حَوْلَ هَذَا الْمَوْضُوعِ،



انفجار السديم و بدء تكون النجم 2



3 تحول السديم الى قرص حول النجم حديث الولادة



4 بدء نشوء الكواكب

(4) نظرية (لابلاس):

وهو عالم الفلك والرياضيات الفرنسي (بيير سيمون لابلاس) الذي عاش بين عامي (1749 - 1827) م. وقدّم نظريته عام 1796 م. وجاء فيها: "إن الحيز الفضائي القائم اليوم ضمن مدار الكوكب (نبتون) كان يشغله سديم غازي لم يلبث أن تحول إلى كرة ضخمة ملتهبة أخذت تدور حول نفسها، ولما تبردت نسبياً صغر حجمها، فازدادت سرعة دورانها، وأدى ذلك إلى تقلصها لازدياد القوة النابذة عند خط استوائها، ثم إلى انفصال حلقة منها بلغت مدار (نبتون) - إذ لم يكن كوكب (بلوتو) قد اكتشف - ثم تكاثفت تلك الحلقة على نفسها مشكلة كرة نتج عنها الكوكب (نبتون)، ثم توالى انفصال الحلقات التي كانت تذهب كل واحدة منها إلى بُعد أقل من سابقتها، وبذلك تكونت الكواكب الثمانية القائمة اليوم حول الشمس، باستثناء (بلوتو)، ثم لم يلبث أن انفصل عن أكثر تلك الكواكب، وهي في حالة غازية، وبفعل القوة النابذة في كل منها، حلقة أو أكثر، أخذت تدور حول الكوكب الذي انفصلت عنه، حيث تكور أكثرها بفعل التحام ذراتها أثناء دورانها مشكلة الأقمار: كقمر الأرض وأقمار المشتري وزحل وغيرها؛ بينما ظل بعضها، حتى اليوم، على شكل حلقات تحيط بالكوكب، كما هو الحال في الحلقات المحيطة بالكوكب (زحل)". وقد لاقت هذه النظرية نقداً قوياً من قبل العلماء الآخرين، وكان من أهم تلك الانتقادات:

- أ. إن دوران الشمس البطيء حول نفسها لا يمكنه أن يؤدي إلى انتفاخ كبير عند خط استوائها، يُعادل حجم الحلقات التي انفصلت عنها وكونت تلك الكواكب حولها.
- ب. كما بينت الحسابات الدقيقة أن الحركة العامة للسديم الذي تحدث عنه (لابلاس) غير كافية لتوليد قوة

واعتمدت اليوم من غالبية المتخصصين في هذا الشأن من مختلف دول العالم، وهي نظرية (التكاثف) التي سبقناها بعد استعراض جميع النظريات التي سبقتها.

(2) نظرية (بوفون):

وهو (جورج لويس لوكير دو بوفون) الكاتب وعالم الطبيعيات الفرنسي الذي عاش بين عامي (1707 - 1788) م. وقد تقدّم بنظرية عام 1749 م، وجاء فيها: "إن مذنباً ضخماً اصطدم بالشمس، فتناثرت منها كتل أخذت تدور حولها، وقد كونت كل كتلة من تلك الكتل كوكباً مستقلاً عن غيره". ودعم نظريته تلك بدليل دوران جميع الكواكب حول الشمس في نفس الاتجاه الذي تدور فيه، كما أن مدارات جميع تلك الكواكب تقع على مستوى واحد.

(3) نظرية (كانط):

وهو الفيلسوف البروسي - آي الألماني - (إمانويل كانط) الذي عاش بين عامي (1724 - 1804) م. وتقدّم بنظرية عام 1755 م. وجاء فيها: "لقد كان مكان المنظومة الشمسية كتلة سديمية ضخمة مؤلفة من أجسام صلبة معنمة دقيقة، تسبح في الفضاء الكوني بسرعة كبيرة، وبفعل قوى الجاذبية، أخذت تجتمع مع بعضها متصادمة فيما بينها، مما أدى إلى رفع حرارة تلك الأجسام إلى درجة كبيرة، جعلتها تلتهب وتوهج وتدور حول نفسها على شكل كرة ضخمة لم تلبث أن تقلصت بسبب اشتداد دورانها حول نفسها، ونتيجة لذلك، تغلبت القوة النابذة فيها على القوة الجاذبة، فأدى ذلك إلى انفصال عدة حلقات منها على التوالي، أخذت كل واحدة منها مكانها حول الكتلة الضخمة التي انفصلت عنها تلك الكتلة التي تحولت فيما بعد إلى شمس، كما تحولت تلك الحلقات، بعد تكاثف كل منها على نفسها على شكل كرة، إلى كواكب أخذت تدور في فلك الشمس، مشكلة منظومتها".

التي تصوّرها (لوكر) من النيازك لاستطاع القسم المتبقي منها حتى اليوم في الفضاء أن يحجب ما خلفه من أجرام فلكية، وبخاصة النجوم.

ب. إن الشريعة التي تنطلق بها النيازك في الفضاء لا تسمح لها بالتجاذب فيما بينها، وإذا افترضنا حدوث شيء من ذلك، فإن سرعتها ستؤدي إلى تحطم تلك النيازك عند اصطدامها مع بعضها، وتناثرها في الفضاء بدلاً من تكاثفها والتحامها.

ج. إن النظام الذي يحكم المنظومة الشمسية من حيث انتظام أشكال مدارات الكواكب حول الشمس، وأبعادها عن بعضها، وسرعاتها، وطبيعة حركاتها، لا يمكن أن تكون وليد صدفة كما تصوّرها (لوكر).

(6) نظرية (شميرلن ومولتن) أو نظرية (الكويكبات Astroids) أو نظرية (الأجسام الصغيرة):

و(شميرلن) هو الجيولوجي الأميركي (توماس كراورد شميرلن) الذي عاش بين عامي (1843 - 1928)م. وقد اشترك معه في وضع نظريته زميله (ف. ر. مولتن) لذا دُعيت باسميهما، وجاء فيها: "إن نجماً ضخماً هائماً مر، أثناء عبوره الفضاء، قرب الشمس بسرعة مذهلة، فأدت قوة الجاذبية فيه إلى حدوث انتفاخ كبير في جسم الشمس، في الجزء المواجه منها لذلك النجم؛ كما حدث انتفاخ ثان أصغر من الأول، في الوجه الثاني للشمس، بسبب الضعف الذي أصيبت به الجاذبية المركزية لها.

ثم حدث أن انفجر الثوة الكبير الذي تشكل في الوجه الأول من الشمس (5) مرات متوالية، أدت إلى قذف خمس كتل كبيرة، تضم كل كتلة منها عدداً كبيراً من الأجرام الصلبة التي لم تلبث أن اتحدت فيما بينها بفعل الجاذبية، مكونة جرمًا كروياً، أو ذا شكل قريب من الشكل الكروي، وعن

طاردة تؤدي إلى إطاحة أقسام من جرم ذلك السديم، حتى إلى المناطق القريبة منه، بينما يزيد بعد بعض الكواكب التي تشكلت حول ذلك السديم على ألوف ملايين الكيلومترات.

(5) نظرية (لوكر) أو نظرية (النيازك):

والاسم الكامل لهذا العالم (جوزيف نورمان لوكر) وهو فلكي بريطاني، وأستاذ الفيزياء الفلكية بكلية العلوم الملكية البريطانية، وكان مديراً لمرصد الفيزياء الشمسية البريطاني. عاش بين عامي (1836 - 1920)م. وقد جاء في نظريته ما يلي: "إن النجوم مثل شمسنا، والكواكب التي تدور حول تلك الشمس، والتوابع التي تدور حول الكواكب، إنما نشأت من سديم مؤلف من عدد لا يحصى من النيازك التي تملأ الفضاء، وتتجه تصادماً مع بعضها، ارتفعت حرارتها حتى بلغت درجة التوهج، وبذلك انقلب السديم إلى مجرة ملتهبة متوهجة، كانت تظهر في ثنائها كتل لا تعد ولا تحصى، يفوق تأججها وتوهجها تأجج وتوهج المجرة ذاتها بسبب شدة تحرك وتصادم النيازك في تلك الكتل.

وقد ظلت الكتل ذات الحجم الضخم ملتهبة حتى اليوم، مشكلة (الشموس)، بينما انطفأ نور الكتل الصغيرة، وفقدت حرارتها بفعل الإشعاع، متحوّلة إلى (كواكب) و(توابع) مظلمة، تستمد نورها وحرارتها من أقرب شمس تدور في فلكها.

وكان من الحجب التي دعم رأيه بها لإثبات نظريته، أن النيازك التي تبلغ سطح الكواكب، ومنها أرضنا، لها نفس تركيب الكواكب، إذ يغلب على تركيبها الحديد والنيكل ومركبات المغنيسيوم. ومن أهم الانتقادات التي وجهت إلى هذه النظرية من قبل العلماء الآخرين ما يلي:

أ. لو كان الفضاء يشتمل على مثل تلك الأعداد الهائلة

تلك الأجرام نشأت الكواكب الخمسة التالية: (المشتري، زحل، أورانوس، نبتون، بلوتو).

كما حدث، وعلى التوالي، (5) انفجارات في الوجه الثاني من الشمس، حيث الثوة الصغير فيه، أدى إلى قذف (5) كتل أصغر حجماً من الكتلة التي قذفت من ثوة الوجه الأول للشمس، لذا فقد اتخذت مداراتها قريباً من الشمس، وقد تحولت الأجرام الصغيرة، التي كانت تشتمل عليها كل كتلة من تلك الكتلة، إلى كوكب كروي الشكل أو قريباً من ذلك، وتلك الكواكب كانت (عطارد، الزهرة، الأرض، المريخ، الكويكبات).

والكويكبات وحدها هي التي ظلت حتى يومنا هذا باقية على حالها كما قذفت من الشمس، مؤلفة من أجرام صلبة كبيرة وصغيرة غير متحدة فيما بينها، تدور على شكل حلقة بين كوكبي (المريخ) و(المشتري).

(7) نظريته (جينز) و(جيفرز) أو نظريته (المد الغازي):

و(جيمس جينز) هو العالم الفلكي البريطاني الذي عاش بين عامي (1877 - 1946) م. وهو من علماء الرياضيات والفيزياء المشهورين. وكان أستاذاً في جامعة (برنستون) ثم في جامعتي (كامبريدج) و(أوكسفورد)، كما عمل مدة (21) عاماً في مرصد جبل (ويلسون) في الولايات المتحدة، وله عدد من المؤلفات أهمها: (مسائل في علم الكون وديناميكية النجوم) و(الكون الغامض) و(النجوم في مسالكها)، و(خلال الفضاء والزمن).

وقد قدم نظريته مع زميله (جيفرز) عام 1916م، وجاء فيها: "إن نجماً ضخماً هائماً في الفضاء مر على مقرته من الشمس، ويتأثر جاذبيته الكبيرة عليها، امتد منها عمود غازي ذو شكل مغزلي، منتفخ الوسط، دقيق الطرفين، ملاً المسافة القائمة اليوم بين الشمس والكواكب (القرم).

وقد علل (جينز) السبب الذي جعل ذلك العمود الغازي يتخذ شكل المغزل حين قال: إن بروز القسم المنتفخ من ذلك العمود إنما حدث في اللحظة التي كان النجم فيها عند أقرب مسافة من الشمس، حيث كان جذب النجم على أشده.

"وقد اكتسب ذلك العمود قوة الدوران حول نفسه، ثم لم يلبث أن انفصل إلى (10) أجزاء كون كل منها كوكباً كان أضخمها كوكب (المشتري) لأنه كان يشغل مكان الانفراج في ذلك العمود، أما أصغر الكواكب فكانا (عطارد) و(بلوتو) الذي اكتشف فيما بعد) لأنهما كانا يشغلان المكان الدقيق في نهايتي ذلك العمود الغازي.

كما أن الكتلة التي كانت قائمة بين كوكبي (المريخ) و(المشتري) التي انفصلت عن ذلك العمود الغازي، ظلت على شكل حلقة تدور بين الكوكبين المذكورين دون أن تستطيع أجزاءها المؤلفة من صخور وحصى وحجارة أن تلتحم مع بعضها ببقية الكواكب بسبب شدة جذب كوكب (المشتري) لها، مما أدى إلى بقائها على شكل (كويكبات) تدور حتى اليوم في المجال القائمة فيه.

كما تم انفصال أجزاء من أكثر تلك الكواكب عندما كانت في حالة غازية، وعندما تصلبت تلك الأجزاء، تحول بعضها إلى أقمار تابعة للكواكب التي انفصلت عنها، كقمر الأرض وأقمار المريخ والمشتري وزحل وأورانوس ونبتون، بينما تحول بعضها إلى حلقات مؤلفة من أجرام دقيقة وصغيرة تدور حول الكوكب مثل حلقات (زحل).

(8) نظريته (رسل) أو نظريته (الشمس التوأم):

و(هنري نوريس رسل) عالم فلكي بريطاني عاش بين عامي (1877 - 1957) م. كان أستاذاً للفلك في جامعة (برنستون)، كما كان مديراً لمرصدها الفلكي. وقد جاء

(100) أو (1000) مرة من حجمه الآن، إلا أن إنكماش الكواكب على نفسها، بفعل قوة الجذب الموجودة في مركز كل كوكب، جعلها تبلغ الحجم الحالي لها. وقدراً أن الزمن الذي استغرقه تشكل الكواكب، منذ البداية وحتى يومنا هذا، يتراوح بين (5 - 6) آلاف مليون سنة.

(11) نظرية (ليتلون) :

قدّم هذا العالم نظريته عام 1936م، وجاء فيها : "إنه كان إلى جانب الشمس نجمان صغيران لم يلبثا أن اضطدما وانفجرا، مُبتعدين عن الشمس، بعد أن خلفا وراءهما عموداً غازياً تجزأ فيما بعد إلى (10) أجزاء تبردت وتصلبت مكونة المنظومة الشمسية؛ ومن البقايا الغازية التي خلفتها تلك الكواكب حولها، نشأت التوابع، من أقمار وحلقات، التي أخذت تدور حول تلك الكواكب".

(12) نظرية (فايز ساكر) :

وهو العالم الألماني (فون فايز ساكر)، وقد قدّم نظريته عام 1944م، وجاء فيها : "إن المجموعة الشمسية تكونت من كتلة غازية ضخمة ملتهبة كانت تدور حول نفسها، وعندما تبردت أطرافها، بدأت تتحول إلى أجرام ثقيلة، تكون من تكاثفها كرات نتجت عنها الكواكب وحزام الكويكبات. وظلت بين تلك الكواكب دوامات لم تلبث أن تكاثفت الأجرام المؤلفة لها، متحوّلة إلى توابع، بعضها على شكل أقمار، وبعضها الآخر على شكل حلقات. وقد اتخذ بعض تلك الأقمار مدارات متفكّة في اتجاهها مع اتجاه الكواكب على مداراتها، بينما اتخذ بعضها مدارات معاكسة لمدارات الكواكب التي أخذت تدور حولها. وقد تحول القسم الأوسط من كتلة الغاز الأصلية الضخمة، والذي ضم أكبر قسم من تلك الكتلة، إلى كرة ملتهبة تشع النور والحرارة، مكونة الشمس".

في نظريته : "إنه كانت بجانب الشمس شمس أخرى أصغر منها حجماً، على شكل توام لها، وكانتا تدوران حول بعضهما، إلا أن الشمس الصغرى انفجرت، تاركة مكانها عموداً غازياً، مُتفكّح الوسط، دقيق الطرفين، لم يلبث أن تجزأ بفعل التبرّد والانكماش، متحوّلاً إلى (10) كواكب، ظلت مُرتبطة بجاذبية الشمس، وتدور حولها".

(9) نظرية (سي) :

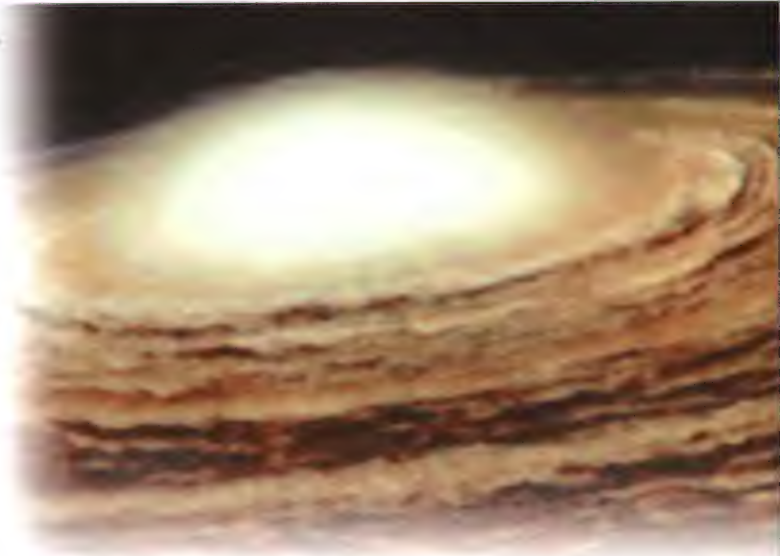
وهو الفلكي الأمريكي (توماس جيفرسون جاكسون سي)، عاش بين عامي (1866 - 1962)م، وقد أشرف على تنظيم دراسة الفلك في جامعة (شيكاغو)، وجاء في نظريته : "إن الكواكب، ومنها الأرض، كانت أجساماً غريبة عن الشمس، إلا أن الشمس، بفعل جاذبيتها الكبيرة، استطاعت أن تجذب الأجسام إليها على التوالي، وتجعلها تدور في فلكها.

وقد ساعد الشمس على القيام بعملية الأسر تلك، ذلك الوسط الغازي الكثيف الذي خلفته الشمس حولها بعد تشكيلها، والذي يطلق عليه اسم (الدبش الشمسي)، إذ قام ذلك الوسط الغازي الكثيف بإضعاف سرعة تلك الأجرام الهائمة عندما مرّت قرب الشمس وسط ذلك الغلاف، ممّا مكّن الشمس من السيطرة عليها بفعل جاذبيتها، إذ اضطرتها للدوران حولها".

(10) نظرية (كوبر) الهولندي، و(ي. شي) :

شاوكلوفسكي (السوفييتي) :

وقد جاء في هذه النظرية ما يلي : "إن تشكل الكواكب كان عن طريق تكتل أجزاء من السديم الذي خلفته الشمس حولها بعد تشكيلها، حيث بلغ عدد تلك الأجزاء (10) نتجت عنها (9) كواكب وحزام الكويكبات". ويرى أن الحجم الأولي لكل كوكب من تلك الكواكب كان يُعادل



أَعْمَاقِ الْفَضَاءِ بَعْدَ أَنْ خَلَفَ وَرَاءَهُ كُتْلَةً مِنَ الْغَازِ مُزَوَّدَةً
بِقُوَّةِ الدَّوَرَانِ حَوْلَ نَفْسِهَا وَحَوْلَ الشَّمْسِ، ثُمَّ لَمْ تَلْبَثْ
أَنْ تَكَاثَفَتْ تِلْكَ الْكُتْلَةُ، ثُمَّ تَبَرَّدَتْ مُنْقَسِمَةً إِلَى أَجْزَاءٍ
نَتَجَتْ عَنْهَا الْكَوَاكِبُ.

(15) نَظَرِيَّةُ (الْفَيْضِ) وَ(إِدْغُورْت) :

وَجَاءَ فِيهَا : "إِنَّ تَكُونِ الْكَوَاكِبِ تَلَا تَكُونُ الشَّمْسُ
الَّتِي نَشَأَتْ مِنْ تَكَاثُفِ سَدِيمٍ مُؤَلَّفٍ مِنَ الْغَازَاتِ وَالْغُبَارِ
الْكُونِيَّ. وَقَدْ تَخَلَّفَ حَوْلَ الشَّمْسِ جُزْءٌ مِنْ ذَلِكَ
السَّدِيمِ، لَمْ يَلْبَثْ أَنْ أَخَذَ بِالتَّكَاثُفِ عَنْ طَرِيقِ تَصَادُمِ
ذَرَاتِ الْغَازَاتِ وَالْغُبَارِ الْكُونِيَّ وَتَلَاحُظَهَا، مُتَحَوِّلاً إِلَى
كُرَاتٍ نَشَأَتْ عَنْهَا الْكَوَاكِبُ. وَقَدْ فَقَدَتِ الْكَوَاكِبُ الْقَرِيبَةُ
مِنَ الشَّمْسِ، وَالْمُعَرَّضَةُ لِجَذْبِهَا الشَّدِيدِ، وَنُورِهَا الْقَوِيِّ،
مُعْظَمَ غَازَاتِهَا، لِذَا أَصْبَحَتْ كَوَاكِبَ صَخْرِيَّةً، وَذَاتِ
حَجْمٍ صَغِيرٍ، وَهِيَ : عَطَارِدُ، الزُّهْرَةُ، الْأَرْضُ، الْمَرِّيخُ،
وَالْكُويْكَبَاتُ الَّتِي لَمْ تَتَّحِدْ أَجْزَاؤُهَا وَظَلَّتْ عَلَى شَكْلِ
حَلَقَةٍ مِنَ الْأَجْرَامِ الصُّلْبَةِ تَدُورُ بَيْنَ الْمَرِّيخِ وَالْمُشْتَرِيِّ حَوْلَ
الشَّمْسِ؛ أَمَّا الْكَوَاكِبُ الْبَعِيدَةُ، وَالَّتِي كَانَ تَأْتِيهَا بِجَازِبِيَّةِ
الشَّمْسِ وَحَرَارَتِهَا أَوْضَعَفَ، فَقَدْ ظَلَّتْ كَوَاكِبَ غَازِيَّةً كَبِيرَةً،
إِذِ احْتَفَظَتْ بِأكْبَرِ قِسْمٍ مِنَ الْغَازَاتِ الَّتِي تَكُونَتْ مِنْهَا، وَهِيَ :
الْمُشْتَرِي، زُحَل، أورانوس، وَنَبُوتون.

(16) نَظَرِيَّةُ (يُورِي) :

وَقَدْ جَاءَ فِيهَا : "إِنَّ كُتْلَةً غَازِيَّةً دَخَلَتْ مَنَظِقَةً مُخْلَخَلَةً
بَيْنَ مَجْمُوعَةِ النُّجُومِ، وَقَدْ تَعَرَّضَتْ لِعَمَلِيَّةِ انْكِمَاشٍ بِفِعْلِ
ضَغْطِ ضَوْءِ النُّجُومِ عَلَيْهَا، وَبِخَاصَّةِ النُّجُومِ الْقَرِيبَةِ مِنْهَا.
وَلَمَّا بَلَغَ الانْكِمَاشُ وَالضَّغْطُ، اللَّذَانِ تَعَرَّضَتْ لَهُمَا الْكُتْلَةُ
الْغَازِيَّةُ، حَدًّا مُعَيَّنًا، التَّهَبَ قَلْبُهَا مُكَوَّنًا الشَّمْسَ.

أَمَّا الْبَقِيَّةُ الْبَاقِيَّةُ مِنَ السَّحَابَةِ حَوْلَ الشَّمْسِ، فَإِنَّ
انْكِمَاشَهَا لَمْ يُوَصِّلَهَا إِلَى دَرَجَةِ الْإِشْتِعَالِ، وَإِنَّمَا أَدَّى إِلَى

(13) نَظَرِيَّةُ (شَمِيت) أَوْ نَظَرِيَّةُ (الْأَسْرِ) :

وَهُوَ عَالِمٌ فَلَكِيٌّ سُوفِيَّتِي، عَاشَ بَيْنَ عَامَيْ (1891 -
1956) م، وَقَدْ تَخَصَّصَ، بِالإِضَافَةِ إِلَى عِلْمِ الْفَلَكِ، بِعِلْمِي
الْجَيُوفِيْزِيَاءِ وَالرِّيَاضِيَّاتِ، كَمَا أَنَّهُ مِنْ رُؤَادِ الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ،
إِذْ رَأَسَ (6) بَعَثَاتٍ قُطْبِيَّةً إِلَى هُنَاكَ. كَمَا عَمِلَ لِفَتْرَةٍ تَزِيدُ
عَلَى (3) سَنَوَاتٍ كَنَائِبٍ لِرَبِّيسِ أَكَادِمِيَّةِ الْعُلُومِ السُّوفِيَّتِيَّةِ.
وَقَدْ جَاءَ فِي نَظَرِيَّتِهِ الَّتِي قَدَّمَهَا عَامَ 1944 م، مَا يَلِي :
"إِنَّ الشَّمْسَ أَسَرَتْ كُتْلَةً مِنَ السَّدِيمِ الْغَازِيِّ عِنْدَ اقْتِرَابِ
تِلْكَ الْكُتْلَةِ مِنْهَا، وَجَعَلَتْهَا تَدُورُ حَوْلَهَا بِفِعْلِ جَازِبِيَّتِهَا. وَقَدْ
أَخَذَتْ تِلْكَ الْكُتْلَةُ السَّدِيمِيَّةُ بِالنَّمُوِّ وَالتَّعَاطُظِ عَلَى حِسَابِ مَا
كَانَتْ تَأْسِرُهُ مِنَ التِّيَارِكِ الَّتِي كَانَتْ تَعْبُرُ الْفَضَاءَ يَوْمَهَا بِكَثْرَةٍ.
وَعِنْدَمَا تَبَرَّدَتْ تِلْكَ الْكُتْلَةُ السَّدِيمِيَّةُ، تَجَزَّأَتْ إِلَى عَدَدٍ مِنَ
الْكَوَاكِبِ، أَخَذَتْ تَدُورُ فِي فَلَكِ الشَّمْسِ".

(14) نَظَرِيَّةُ (ف. هُوِيل) :

وَالَّتِي قَدَّمَهَا عَامَ 1946 م، وَالَّتِي اِغْتَبِرَتْ مُشَابِهَةً
لِلنَّظَرِيَّةِ الَّتِي جَاءَ بِهَا مِنْ قَبْلِهِ الْعَالِمُ (رَسَل). وَبَرَى (هُوِيل) :
"إِنَّهُ كَانَ لِلشَّمْسِ تَوَّامٌ، وَكَانَا يَدُورَانِ حَوْلَ بَعْضِهِمَا، ثُمَّ
بَلَغَ ذَلِكَ النُّجْمُ التَّوَّامِ مَرَحَلَةَ الْإِنْفِجَارِ الَّتِي تُدْعَى عِلْمِيًّا
بِاسْمِ (السُّوبَّرْنُوفَا) أَيْ الْإِنْفِجَارِ الَّذِي يُؤَدِّي إِلَى وَلَادَةِ نَجْمٍ
جَدِيدٍ. وَقَدْ قَامَ هَذَا النُّجْمُ بِالِاتِّعَادِ عَنِ الشَّمْسِ مُتَوَعِّلًا فِي

كَانَتْ تَدُورُ حَوْلَ نَفْسِهَا، كَمَا كَانَتْ تَدُورُ مَعَهَا الدَّرَاتُ السَّدِيمِيَّةُ الْمُحِيطَةُ بِهَا.

وَمَعَ تَضَخُّمِ حَجْمِ تِلْكَ النُّوَاةِ، كَانَتْ قُوَّةُ الْجَذْبِ فِيهَا تَزْدَادُ، مِمَّا جَعَلَ الْقِسْمَ الْأَكْبَرَ مِنْ ذَلِكَ السَّدِيمِ مُلْتَحِمًا بِهَا، مُحَوَّلًا إِيَّاهَا إِلَى كُرَّةٍ ضَخْمَةٍ. وَقَدْ أَدَّتْ شِدَّةُ الضَّغْطِ، الَّتِي أَحْدَثَتْ جُزْمَ تِلْكَ الْكُرَّةِ عَلَى بَاطِنِهَا، إِلَى ازْتِفَاعِ الْحَرَارَةِ فِي نَوَاتِهَا إِلَى دَرَجَةٍ كَبِيرَةٍ. وَعِنْدَمَا وَصَلَتْ تِلْكَ الْحَرَارَةُ إِلَى مِقْدَارِ (18) مِلْيُونِ دَرَجَةٍ مِثْوِيَّةٍ، ظَهَرَتِ التَّفَاعُلَاتُ النَّوَوِيَّةُ فِي تِلْكَ النُّوَاةِ، وَكَانَ ذَلِكَ إِيدَانًا بِتَحَوُّلِ تِلْكَ الْكُرَّةِ إِلَى جُزْمٍ مُلْتَهَبٍ شَدِيدِ الْحَرَارَةِ، سَاطِعِ النُّورِ، أَطْلَقْنَا عَلَيْهِ فِيمَا بَعْدُ اسْمَ (السُّمَسِ) الَّتِي لَا تَزَالُ تِلْكَ التَّفَاعُلَاتُ النَّوَوِيَّةُ الْقَائِمَةُ فِيهَا حَتَّى الْيَوْمِ هِيَ سِرُّ الْحَرَارَةِ وَالنُّورِ اللَّذَيْنِ تَمُدُّ بِهِمَا الْمَنْظُومَةُ التَّابِعَةُ لَهَا.

ثُمَّ تَحَوَّلَ مَا تَبَقَّى حَوْلَ السُّمَسِ مِنْ ذَلِكَ السَّدِيمِ، وَالَّذِي يُطْلَقُ عَلَيْهِ اسْمُ (دَبْشِ السُّمَسِ) - أَيِ مُخْلَفَاتِهَا، إِلَى (10) حَلَقَاتٍ تَدُورُ حَوْلَ السُّمَسِ. وَبِتَكَاثُفِ مُرَكَّبَاتِ كُلِّ حَلَقَةٍ مِنْ تِلْكَ الْحَلَقَاتِ عَلَى شَكْلِ كُرَّةٍ، فِيمَا بَعْدُ، تَحَوَّلَتْ كُلُّ وَاحِدَةٍ مِنْهَا إِلَى كَوْكَبٍ لَهُ مَدَارُهُ الْمُحَدَّدُ حَوْلَ السُّمَسِ الْخَاضِعِ لِجَاذِبِيَّتِهَا. وَقَدْ اخْتَلَفَ حَجْمُ كُلِّ كَوْكَبٍ عَنْ غَيْرِهِ بِاخْتِلَافِ كَمِيَّةِ الْغُبَارِ الْكُونِي وَالْغَازَاتِ الَّتِي اسْتَطَاعَ أَنْ يَضُمَّهَا إِلَيْهِ.

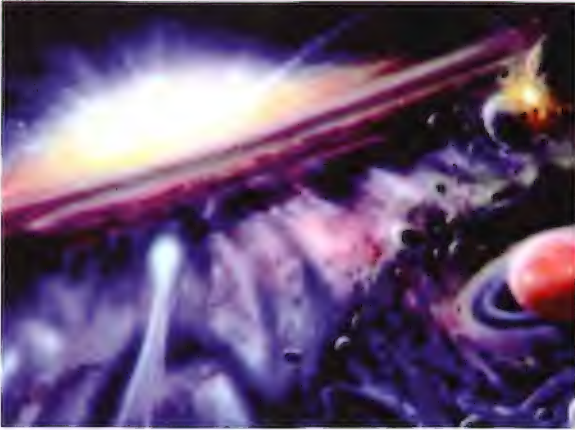
يُسْتَنْتَى مِنْ ذَلِكَ الْحَلَقَةُ الْخَامِسَةُ الْقَائِمَةُ الْيَوْمَ بَيْنَ كَوْكَبِي

انْتِسَامِهَا إِلَى أَجْزَاءٍ، بَعْضُهَا قَرِيبٌ مِنَ السُّمَسِ، وَبَعْضُهَا بَعِيدٌ عَنْهَا، مُكَوَّنَةٌ الْكَوَاكِبِ الَّتِي أَخَذَتْ تَدُورُ حَوْلَ السُّمَسِ بِفِعْلِ قَانُونِ الْجَاذِبِيَّةِ.

(17) نَظَرِيَّةُ التَّكَاثُفِ Condense :

اِحْتَلَّتْ هَذِهِ النَّظَرِيَّةُ مَرْكَزَ الصَّدَارَةِ بَيْنَ النَّظَرِيَّاتِ الَّتِي سَبَقَتْهَا، وَقَدْ اشْتَرَكَ فِي صِيَاعَتِهَا عَدَدٌ مِنْ كِبَارِ عُلَمَاءِ الْفَلَكِ الَّذِينَ حَاوَلُوا تَفَادِي أَمْرِ الصَّدْفَةِ الَّتِي تَبَيَّنَتْ بَعْضُ النَّظَرِيَّاتِ السَّابِقَةِ: كَمُرُورِ نَجْمٍ هَائِمٍ قُرْبَ السُّمَسِ، أَوْ انفِجَارِ نَجْمٍ كَانَ نَوَامًا لَهَا، أَوْ تَصَادُمِ نَجْمَيْنِ تَوَاقَيْنِ كَانَا يَدُورَانِ حَوْلَ السُّمَسِ، أَوْ اصْطِدَامِ مُذَنَّبٍ ضَخْمٍ بِالسُّمَسِ، أَوْ انْضِمَامِ أَجْسَامٍ غَرِيبَةٍ قَادِمَةٍ مِنَ الْفَضَاءِ الْبَعِيدِ إِلَى جَوْ السُّمَسِ بِفِعْلِ جَاذِبِيَّتِهَا، أَوْ بَقِيَامِ السُّمَسِ بِأَسَرِ كُتْلَةٍ غَازِيَّةٍ كَانَتْ قَرِيبَةً مِنْهَا. كَمَا تَفَادَتْ هَذِهِ النَّظَرِيَّةُ كَثِيرًا مِنَ الْمَشَاكِلِ الَّتِي وَقَعَتْ فِيهَا بَعْضُ النَّظَرِيَّاتِ السَّابِقَةِ، وَالَّتِي أُثِيرَتْ حَوْلَهَا انتِقَادَاتٌ عَدِيدَةٌ. وَتَقُولُ نَظَرِيَّةُ التَّكَاثُفِ هَذِهِ: إِنَّ كُتْلَةً سَدِيمِيَّةً ضَخْمَةً مِنَ الْغُبَارِ الْكُونِي الَّذِي كَانَ يُغْلَفُ كُلَّ ذَرَّةٍ فِيهِ غَازَاتٌ مُتَجَمِّدَةٌ، وَالَّذِي كَانَ نِصْفُ قُطْرٍ كُلِّ ذَرَّةٍ مِنْ ذَرَاتِهِ لَا يَزِيدُ طُولُهُ عَلَى (3×10^{-5}) أَيِ تِلْكَ الدَّرَاتِ الْغُبَارِيَّةِ، كَانَتْ عَلَى دَرَجَةٍ كَبِيرَةٍ مِنَ الدَّقَّةِ وَالصَّغَرِ.

وَكَانَتْ تِلْكَ الْكُتْلَةُ السَّدِيمِيَّةُ مُزَوَّدَةً بِقُوَّةِ الدَّوَرَانِ حَوْلَ نَفْسِهَا، مُتَّخِذَةً شَكْلَ دَوَامَةٍ كَبِيرَةٍ. وَبِنَتِيجَةِ ذَلِكَ الدَّوَرَانِ السَّرِيعِ، أَخَذَتِ الْجُسَيْمَاتُ الْغُبَارِيَّةُ الْمُغْلَفَةُ بِالْغَازَاتِ الْمُتَجَمِّدَةِ، وَالْمَوْجُودَةِ فِي مَرْكَزِ تِلْكَ الدَّوَامَةِ السَّدِيمِيَّةِ، بِالتَّكَاثُفِ وَالْإِلْتِحَامِ مَعَ بَعْضِهَا عَنْ طَرِيقِ التَّصَادُمِ الْمَرِنِ - وَهُوَ التَّصَادُمُ الَّذِي يُؤَدِّي إِلَى التَّحَامِ الْأَجْسَامِ الْمُتَصَادِمَةِ بَعْضُهَا بَدَلًا مِنْ تَهْشُمِهَا وَتَنَاقُضِهَا عِنْدَمَا يَكُونُ التَّصَادُمُ عَنِيفًا. وَقَدْ أَدَّى التَّحَامُ تِلْكَ الدَّرَاتِ السَّدِيمِيَّةِ مَعَ بَعْضِهَا إِلَى تَشَكِيلِ نُوَاةٍ كُرَوِيَّةٍ



المنبعثين منها، وفي الانفجارات التي تنتاب باطنها وتظهر آثارها على سطحها وفي الجو المحيط بها. بينما لم يبلغ أي كوكب من الكواكب التابعة لها الحجم الذي يؤدي إلى حدوث تفاعل نووي فيه، لذا ظلت جميع كواكب المجموعة الشمسية أجساماً معتمة باردة، تتلقى حرارتها ونورها من الشمس بدرجات متفاوتة بتفاوت بعدها عنها.



مراحل تشكل الكواكب

قوانين كواكب المجموعة الشمسية

يحكم كواكب المجموعة الشمسية عدة قوانين هي :

قانون كبلر

وهو القانون الذي صاغه العالم الفلكي الألماني جوهانس كبلر (1571 - 1630)م، بعد أن قام بدراسات طويلة حول كواكب المجموعة الشمسية، ورصد مستمر لها. وقد جاء فيه ما يلي :

1. يدور كل كوكب من كواكب المجموعة الشمسية على

(المريخ) و(المشتري)، إذ حلت الجاذبية القوية، التي تمتع بها كوكب (المشتري) بسبب ضخامة حجمه، والذي اكتمل تكوينه، دون تكاثف ذرات تلك الحلقة الخامسة على شكل كرة، وإنما ظلت على شكل صخور وجليد وحجارة وحصى وأتربة. ودُعيت أجرامها تلك باسم (الكويكبات)، حيث ظلت غير متلاحمة مع بعضها، متخذة مداراً لها بين كوكبي (المريخ) و(المشتري) على شكل حلقة ضخمة، سلبها كوكب (المشتري) معظم غبارها وغازاتها التي كانت قائمة بين كويكباتها.

وقد أدى قرب كل من (عطارد والزهرة والأرض والمريخ والكويكبات) من الشمس إلى تبخير قسم كبير من غازاتها؛ لذا دُعيت تلك الكواكب التي غلب على تركيبها الصخر: (الكواكب الصخرية)، كما دُعيت بسبب قربها من الشمس: (الكواكب الداخلية)؛ بينما ساعد بعد كل من (المشتري وزحل وأورانوس ونبتون) عن الشمس، بالإضافة إلى كبر حجمها، على بقائها على شكل أجرام غازية؛ لذا تُدعى: (الكواكب الغازية)، كما تُدعى بسبب بعدها عن الشمس: (الكواكب الخارجية).

أما الكوكب (بلوتو) وإخوته من الكواكب القزمة فلم يبت في أمر تشكليه لما لوحظ فيه من شذوذ يبعده عن تصنيفه مع الكواكب الغازية البعيدة عن الشمس. وبعده الكبير عن الأرض لا زال يحول، حتى اليوم، دون رصده رصداً دقيقاً حتى بأقوى المراقب الفلكية وأحدثها. وأهم شذوذ فيه أنه صخري.

ومع أن الشمس والكواكب التابعة لها نشأت من سديم واحد، فإنها تختلف عن تلك الكواكب بالأمور التالية :

أ. إنها تضم (99%) من كتلة ذلك السديم، بينما لا تضم جميع كواكبها إلا (1%) منه.

ب. بضخامة جرمها الذي سبب ضغطه الهائل على باطنها تفاعلاً نووياً تظهر آثاره في الثور والحرارة

كَبِيرًا مِنَ النَّتَائِجِ الَّتِي جَاءَتْ بِهَا الْقِيَاسَاتُ الْفَلَكِيَّةُ الدَّقِيقَةُ،
وَالَّتِي حَدَدَتْ الْبُعْدَ الْوَسْطِيَّ لِتِلْكَ الْكَوَاكِبِ عَنِ الشَّمْسِ،
يُسْتَشْنَى مِنْ ذَلِكَ كَوَكَبَا (نِبتون وبلوتو) الَّذِي لُوْحِظَ
وُجُودُ فَرْقٍ بَيْنَ النَّتِيجَةِ الَّتِي انْتَهَى إِلَيْهَا قَانُونُ (بُود) حَوْلَ
بُعْدِهِمَا، وَبَيْنَ الْبُعْدِ الَّذِي تَوَصَّلَتْ إِلَيْهِ الْقِيَاسَاتُ الْفَلَكِيَّةُ
بِالنَّسْبَةِ لِكُلِّ مِنْهُمَا كَمَا هُوَ مُبَيَّنٌّ فِي الْجَدْوَلِ - 1.

وَمَعَ ذَلِكَ فَقَدْ أَقَرَّ الْعُلَمَاءُ الْفَلَكِيُّونَ صِحَّةَ قَانُونِ (بُود)
وَرَدُّوا عَدَمَ انْطِبَاقِهِ تَمَامًا عَلَى كَوَكَبَي (نِبتون) وَ(بلوتو) إِلَى
الشُّذُودِ الَّذِي يَتَّبِعُهُ كَوَكَبُ (بلوتو) فِي دَوْرَانِهِ حَوْلَ الشَّمْسِ،
وَالِي أَثَرِ ذَلِكَ الشُّذُودِ فِي دَوْرَةِ الْكَوَكَبِ (نِبتون).
مِنْ ذَلِكَ أَنَّ الْكَوَكَبَ (بلوتو) يَقْتَرِبُ مِنَ الشَّمْسِ أُنْتَاءَ
دَوْرَانِهِ حَوْلَهَا اقْتِرَابًا كَبِيرًا حَتَّى يُصْبِحَ أَقْرَبَ

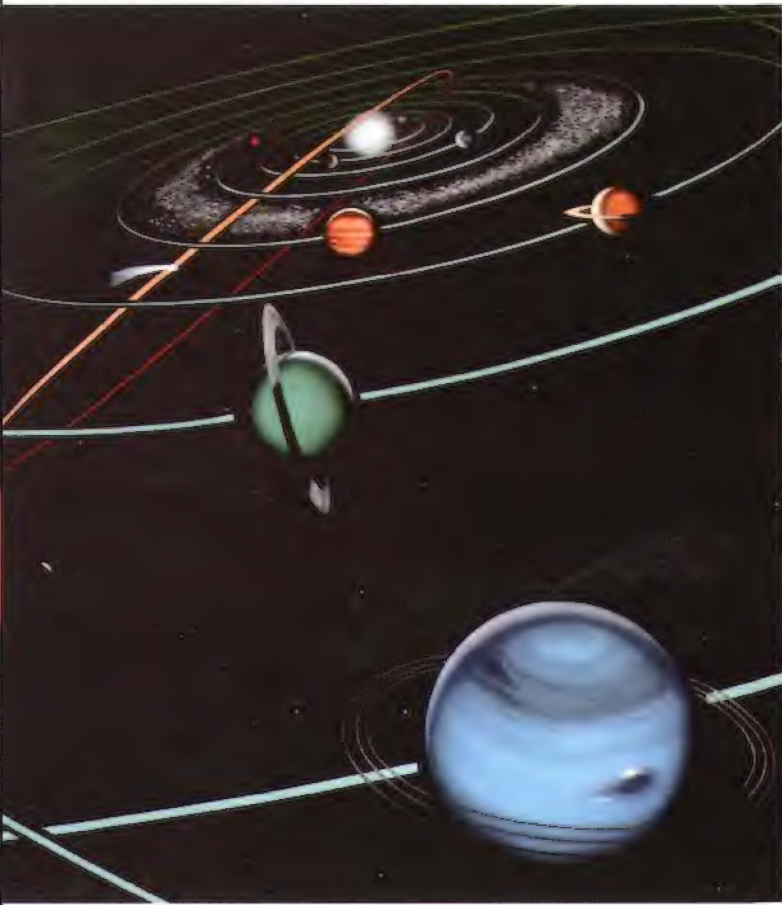
- مَدَارٍ إِهْلِيلَجِيٍّ⁽¹⁾ حَوْلَ الشَّمْسِ الَّتِي تَحْتَلُّ إِحْدَى بُورَتَيْهِ.
2. تَمَسُّحُ الْكَوَاكِبِ أُنْتَاءَ دَوْرَانِهَا حَوْلَ الشَّمْسِ
مِسَاحَاتٍ مُتَسَاوِيَةٍ فِي أَرْمَتِهِ مُتَسَاوِيَةٍ.
3. لِذَا فَهِيَ تُسْرِعُ فِي دَوْرَتِهَا عِنْدَمَا تَكُونُ قَرِيبَةً مِنَ
الشَّمْسِ، وَتُبْطِئُ عِنْدَمَا تَكُونُ بَعِيدَةً عَنْهَا.
4. مُرَبَّعُ زَمَنِ دَوْرَةِ الْكَوَكَبِ حَوْلَ الشَّمْسِ يَتَنَاسَبُ
طَرْدًا مَعَ مُكَعَبِ بُعْدِهِ الْمَتَوَسِّطِ عَنْهَا.
- قَانُونُ بُود

وَهُوَ الْقَانُونُ الَّذِي وَضَعَهُ الْعَالِمُ الْفَلَكِيُّ الْأَلْمَانِيُّ جُوهَانِسُ
الْزَت بُود (1747 - 1826) م، وَالَّذِي يَرَى مِنْ خِلَالِهِ أَنَّ
الْمَدَارَاتِ الَّتِي اتَّخَذَتْهَا الْكَوَاكِبُ فِي الْفَضَاءِ حَوْلَ الشَّمْسِ لَمْ
تَأْتِ اعْتِبَاطًا، وَإِنَّمَا جَاءَتْ وَفَقَ قَانُونِ رِيَاظِيٍّ نَسْتِطِيعُ بَوَسَاطَتِهِ
أَنْ نَحْدَدَ بَعْدَ كُلِّ كَوَكَبٍ مِنْهَا عَنِ الشَّمْسِ. وَقَدْ جَاءَ فِي
قَانُونِهِ مَا يَلِي: إِنَّمَا إِذَا مَا أَعْطَيْنَا لِلْكَوَكَبِ (عُطَارِد) وَهُوَ أَقْرَبُ
كَوَكَبٍ إِلَى الشَّمْسِ رَقْمَ (0) وَجَبَ عَلَيْنَا أَنْ نُعْطِيَ لِلْكَوَكَبِ
الَّذِي يَلِيهِ وَهُوَ (الرُّهْرَة) رَقْمَ (3) وَأَنْ نُعْطِيَ لِكُلِّ كَوَكَبٍ مِنَ
الْكَوَاكِبِ الْبَاقِيَةِ عَلَى التَّوَالِي مُضَاعَفَاتِ الرَّقْمِ (3) أَيُّ نُعْطِيَ
لِلْأَرْضِ رَقْمَ (6) وَلِلْمَرْيَخِ رَقْمَ (12) وَلِلْكَوَيْكِبَاتِ رَقْمَ (24)
وَلِلْمُسْتَرِي رَقْمَ (48) وَلِلزُّحَلِ رَقْمَ (96) وَلِلْأُورَانُوسِ رَقْمَ
(192) وَلِنِبتُونِ رَقْمَ (384).

وَعِنْدَمَا نُضِيفُ الرَّقْمَ (4) إِلَى الرَّقْمِ الَّذِي أَعْطَيْنَاهُ لِكُلِّ
كَوَكَبٍ، وَنُقَسِّمُ النَّاتِجَ عَلَى (10) نَكُونُ قَدْ حَصَلْنَا عَلَى بُعْدِ
الْكَوَكَبِ عَنِ الشَّمْسِ، مُقَدَّرًا بِالْوَحْدَةِ الْفَلَكِيَّةِ الْمُسَاوِيَةِ لِبُعْدِ
الْأَرْضِ عَنِ الشَّمْسِ وَقَدْرُهُ (6. 149) مِلْيُونِ كِيلُومِترٍ.

وَتَقْتَرِبُ هَذِهِ النَّتَائِجُ الَّتِي انْتَهَى إِلَيْهَا قَانُونُ (بُود) اقْتِرَابًا

(1) الْمَدَارُ الْإِهْلِيلَجِيُّ: هُوَ الْمَدَارُ الَّذِي يُشَبِّهُ الشَّكْلَ الْبَيْضَوِيَّ وَلَهُ نَقْطَتَانِ فِي
وَسْطِهِ مُتَقَارِبَتَانِ أَوْ مُتَبَاعِدَتَانِ حَسَبَ بَقْدَارِ تَقْلُطِحِ الْمَدَارِ تَدْعِيَانِ الْبُورَتَيْنِ،
يَمُرُّ مِنْهُمَا الْقَطْرُ الْأَكْبَرُ لِلْإِهْلِيلَجِ.



بالمقارنة مع المسافات التي جاء بها قانون (بود)، رُبَمَا تَكُونُ قَدْ حَدَثَتْ بِفِعْلِ عَوَامِلَ فَلَكِيَّةٍ، وَفِي مُقَدِّمَتِهَا تَأْثِيرُ جاذِبِيَّةِ بَعْضِ الكَوَاكِبِ فِي بَعْضِهَا الْآخَرِ.

الصفات المشتركة بين كواكب المجموعة الشمسية

هناك صفات تشترك فيها جميع كواكب المجموعة الشمسية، مع ملاحظة شيء من الشذوذ عن بعض تلك الصفات، وذلك بالنسبة لبعض الكواكب، والذي سنشير إليه عند البحث مفصلاً في وضع كل كوكب. وتلك الصفات المشتركة هي:

1. وقوع مداراتها على مستوى واحد، مما يجعل محور الشمس عمودياً تقريباً على تلك المدارات.
2. مداراتها الإهليلجية قليلة التفلطح، مما يجعل شكلها قريباً من الشكل الدائري.
3. إنها تدور حول نفسها وحول الشمس بنفس الاتجاه الذي تسلكه الشمس أثناء دورانها حول نفسها، أي بعكس جهة دوران عقارب الساعة، يستثنى من ذلك كوكبا (الزهرة) و(أورانوس) حيث يدوران حول نفسيهما باتجاه عقارب الساعة، كما سنرى في الدراسة المفصلة لهذه الكواكب.

اسم الكوكب	بعده عن الشمس حسب قانون بود	بعده عن الشمس حسب القياسات الفلكية
عطارد	0.4 وحدة فلكية	0.39 وحدة فلكية
الزهرة	0.70 وحدة فلكية	0.72 وحدة فلكية
الأرض	1 وحدة فلكية	1 وحدة فلكية
المريخ	1.60 وحدة فلكية	1.52 وحدة فلكية
الكويكبات	2.8 وحدة فلكية	-
المشتري	5.2 وحدة فلكية	5.2 وحدة فلكية
زحل	10 وحدة فلكية	9.54 وحدة فلكية
أورانوس	19.60 وحدة فلكية	19.19 وحدة فلكية
نبتون	38.8 وحدة فلكية	30.07 وحدة فلكية
الجدول - 1		

الكوكب (نبتون)، أي أن مداره يتقاطع مع مدار (نبتون) ثم لا يلبث أن يتبعد عن الشمس بعداً كبيراً بعد أن يكون مداره قد تقاطع ثانية مع مدار (نبتون).

وقد لعب قانون (بود) دوراً كبيراً في توجيه النظر لاكتشاف حزام الكويكبات القائم بين كوكبي (المريخ) و(المشتري) والتي لم يكن قد تم اكتشافها في ذلك الوقت. فقد رأى (بود) أن المسافة القائمة بين هذين الكوكبين هي مسافة غير طبيعية وفق نتائج قانونه، لذا افترض يومها أن كوكباً كان يشغل موقعه في تلك المسافة، وأنه قد اندثر بسبب انفجار أصابه أو بسبب صدمة تترك هائل حطمته وبددته.

ولما تم الكشف فيما بعد عن وجود حزام الكويكبات في الموقع الذي حدده قانون (بود)، تأكدت صحة ذلك القانون، واختل من يومها مكانه بين القوانين الفلكية المعمدة. وأما الفروق التي كشفت عنها القياسات الفلكية الدقيقة في المسافات القائمة بين الكواكب والشمس،



2. تَرْتِيبُ الْكَوَائِبِ مِنْ حَيْثُ حَجْمُهَا

إِنَّ أَكْبَرَ كَوَائِبِ الْمُنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ حَجْماً هُوَ : (1) الْمُسْتَرِي، ثُمَّ (2) زُحْل، ثُمَّ (3) أورانوس، ثُمَّ (4) نبتون، ثُمَّ (5) الأرض، ثُمَّ (6) الزُّهُرَة، ثُمَّ (7) المَرِیْخ، ثُمَّ (8) عُطَارِد، ثُمَّ (9) الْكَوَائِبِ الْقَرَمَة. وَقَدْ اسْتَبْعَدَتْ حَلَقَةُ الْكُؤَيْكِبَاتِ مِنْ هَذَا التَّصْنِيفِ لِعَدَمِ تَمَكُّنِ الْعُلَمَاءِ حَتَّى الْيَوْمِ مِنْ حِسَابِ مُجْمَلِ حَجْمِ الْأَجْرَامِ الْمُكَوَّنَةِ لَهَا.

تَرْتِيبُ الْكَوَائِبِ



1. تَرْتِيبُ الْكَوَائِبِ مِنْ حَيْثُ قُرْبُهَا إِلَى الشَّمْسِ

إِنَّ أَقْرَبَ كَوَائِبِ الْمُنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ إِلَى الشَّمْسِ هُوَ : (1) عُطَارِد، وَبَلِيهِ (2) الزُّهُرَة، ثُمَّ (3) الأرض، ثُمَّ (4) المَرِیْخ، ثُمَّ (5) الْكُؤَيْكِبَاتِ، ثُمَّ (6) الْمُسْتَرِي، ثُمَّ (7) زُحْل، ثُمَّ (8) أورانوس، ثُمَّ (9) نبتون، ثُمَّ (10) الْكَوَائِبِ الْقَرَمَة.

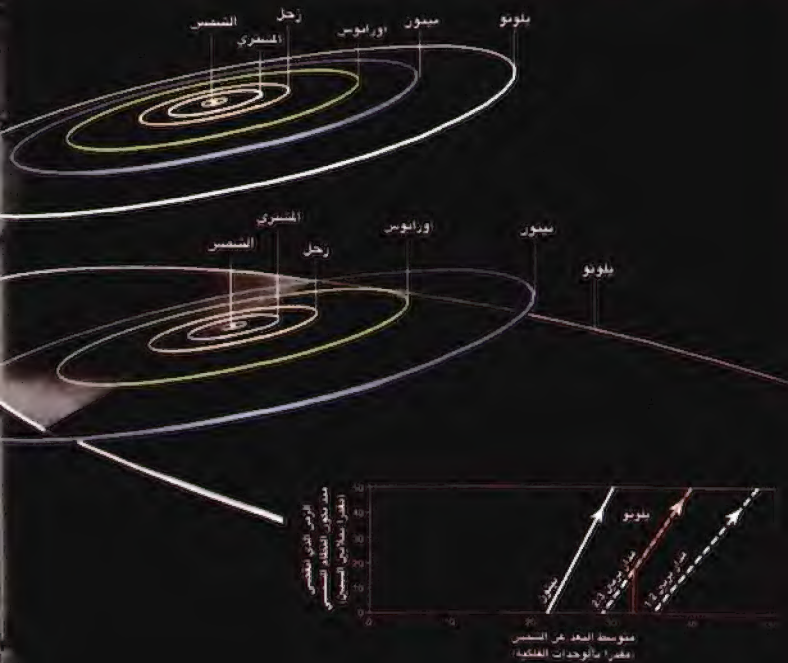


الْكَوَائِبِ الدَّاخِلِيَّةِ أَوِ الصَّخْرِيَّةِ

هِيَ الْكَوَائِبِ الْقَرِيبَةُ مِنَ الشَّمْسِ، وَالَّتِي تَتَأَلَّفُ مِنْهَا مِنَ الْمَعَادِنِ وَالصُّخُورِ، وَهِيَ : عُطَارِد - الزُّهُرَة - الْأَرْضُ - المَرِیْخ - الْكُؤَيْكِبَاتِ.

هجرة الكواكب في المجموعة الشمسية

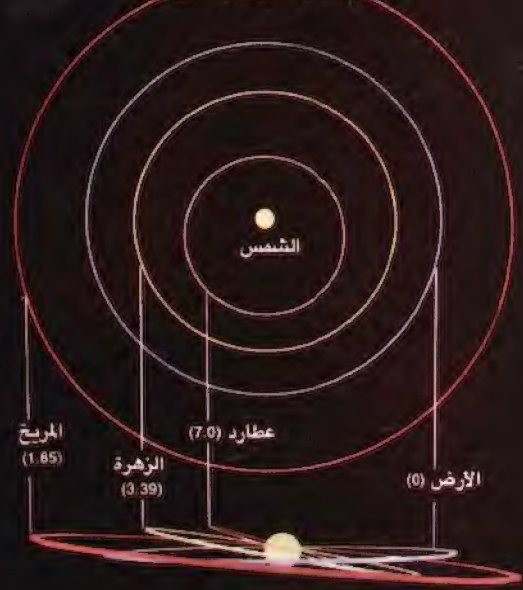
يُبين هذا المخطط هجرة الكواكب للمجموعة الشمسية في الوقت الذي تكونت فيه هذه الكواكب (أعلى اليسار)، وفي الوقت الحالي (أسفل اليسار) ويُعتقد بأن مدار المشتري تقلص قليلاً، في حين توسعت مدارات زحل وأورانوس ونبتون. وقد أجبرت ثقالة نبتون مدار بلوتو ليصبح ذا اختلاف مركزي أكبر، وأشد ميلاً على مستوى مدارات الكواكب الأخرى.



الحجوم النسبية للأجرام السماوية غير الغازية



المدارات النسبية للأجرام السماوية غير الغازية (درجة الميل على دائرة البروج)



الكواكب الخارجية أو الغازية

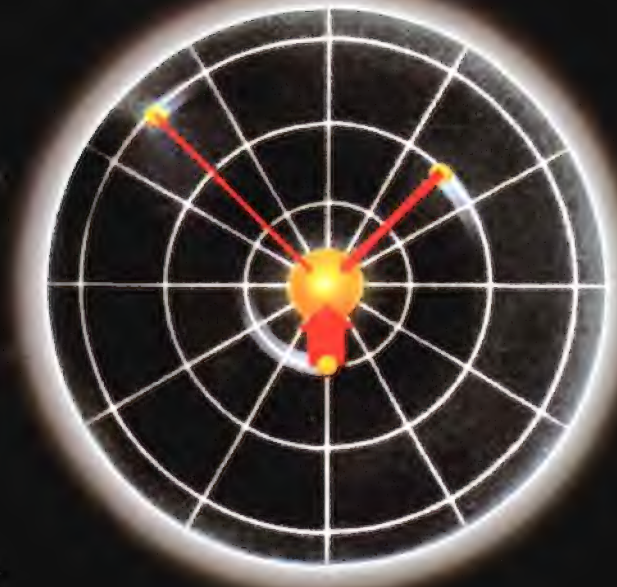
هي الكواكب البعيدة عن الشمس، والتي تتألف بنيتها من الغازات المضغوطة، وهي: المشتري - زحل - أورانوس - نبتون. وقد شد الكوكب (بلوتو) عن هذه القاعدة، إذ أن بنيته مؤلفة من الصخور والمعادن كالكواكب الداخلية.

الجاذبية في المجموعة الشمسية

إن الذي يُمكّن كواكب النظام الشمسي تدور في مداراتها هو الجاذبية Gravity، فالجاذبية تُبقي مادة الجرم متماسكة، وإذا كانت قوة بما فيه الكفاية، فإنها تجذب غازات نحو الكوكب أو القمر فتصنع له غلافاً غازياً. كما أن الجاذبية هي التي تُبقي الأقمار في مداراتها حول كواكبها السيارة، ويقل تأثير الجاذبية بازدياد المسافة، فكلما ازداد بُعد الكوكب السيار عن الشمس تقل الجاذبية وتُصبح حركته أبطأ.



يَحِثُّ يُمَكِّنُ أَنْ تَمْتَدَّ سَحَابَةُ الْمَذْنِبَاتِ بَعِيداً عَنِ الشَّمْسِ
إِلَى مَسَافَةٍ مِنْ نَفْسِ قِيَمَةِ الْأَبْعَادِ بَيْنَ النُّجُومِ.



فِي الْقَرْنِ السَّابِعِ عَشَرَ، تَقَضَى الْعَالَمُ الْإِنْكِلِيزِيَّ إِسْحَاقَ نِيوتنَ خَرِيقَةَ الْقَمَرِ
وَالْكَوَاكِبِ الشَّيَارَةِ، وَوَضَعَ قَانُونَ الْحَاذِيَةِ الْعَامِ الَّذِي يُعْتَبَرُ أَحَدَ الْقَوَانِينِ
الْأَسَاسِيَّةِ فِي الْكَوْنِ، حَيْثُ يَنْصُلُ عَلَى أَنَّ قُوَّةَ التَّجَاذُبِ بَيْنَ كِلَتَيْ جِسْمَيْنِ
تَتَنَاسَبُ طَرْدِيّاً مَعَ مَقْدَارِي كَثَلَتَهُمَا وَعَكْسِيّاً مَعَ مُرَبَّعِ الْمَسَافَةِ بَيْنَهُمَا.

تَشْغُلُ أَجْسَامُ حَزَامِ كُوبَرٍ مَنَاطِقَةً لَهَا شَكْلُ (طَائِرَةٍ) وَاقِعَةً وَرَاءَ مَدَارِ نِپْتُونِ وَيَقَعُ
خَلْفَهَا سَحَابَةُ أَوْرْتِ.

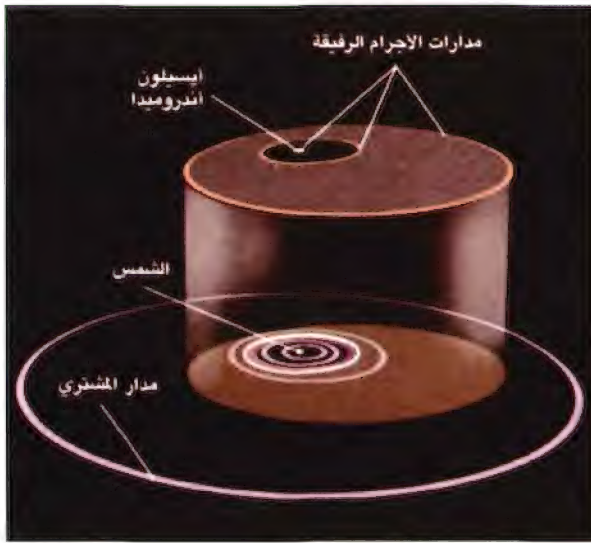
اِمْتِدَادُ الْمَجْمُوعَةِ الشَّمْسِيَّةِ

مِنْ غَيْرِ الْمُمْكِنِ إعْطَاءُ حَدُودٍ ثَابِتَةٍ لِلْمَجْمُوعَةِ الشَّمْسِيَّةِ،
وَاصْطِلَاحُ اِمْتِدَادِ Expanding يُعَبِّرُ هُنَا عَنْ أَكْبَرِ بُعْدٍ نَعْرِفُهُ
عِنْدَ حَرَكَاتِ دَوْرِيَّةِ حَوْلِ الشَّمْسِ، تُغْطِي مَدَارَاتِ الْكَوَاكِبِ
الْجُزْءَ الدَّاخِلِي فَقَطْ مِنَ الْمَجْمُوعَةِ الشَّمْسِيَّةِ حَتَّى حَوَالِي
وَحْدَةِ فَلَكَيَّةٍ مِنَ الشَّمْسِ.

إِلَّا أَنَّ هَذِهِ الْمَجْمُوعَةَ مُحَاطَةٌ بِسَحَابَةٍ ضَخْمَةٍ مِنَ
الْمَذْنِبَاتِ طَوِيلَةِ الدَّوْرَةِ تُسَمَّى «سَحَابَةُ أَوْرْتِ» وَقَدْ وُجِدَتْ
مِنْ بَيْنِهَا مَدَارَاتُ تَبْعُدُ حَتَّى (40000 وَحْدَةِ فَلَكَيَّةٍ) مِنْ
النَّجْمِ الْمَرْكَزِيِّ، تَبْدُو الشَّمْسُ عَلَى هَذِهِ الْمَسَافَةِ كَنَجْمٍ
لَمَعَانَةٍ مِنَ الْقَدْرِ (3.8)، أَيِّ بِالنِّسْبَةِ لَنَا مِثْلُ الزُّهْرَةِ وَفِي
الْحَقِيقَةِ فَإِنَّهُ يُمَكِّنُ أَنْ تَكُونَ هُنَاكَ مَدَارَاتُ أَكْبَرَ مِنْ ذَلِكَ،

الْبَحْثُ عَنْ مَجْمُوعَاتِ شَمْسِيَّةٍ جَدِيدَةٍ

تَمَّ اكْتِشَافُ أَوَّلِ كَوَكَبٍ يَدُورُ حَوْلَ النَّجْمِ (بِيكَاسِي-
51)، عَامَ 1995م، مِنْ قِبَلِ فَلَكَيَّيْنِ سُويسَرِيَّيْنِ هُمَا (مَيبُورِ)
و(كُوبِلُوزِ) مِنْ مَرَصِدِ جَنيفَ، عِنْدَمَا كَانَا يُجْرِيَانِ مَسْحاً
لِلنُّجُومِ الثَّنَائِيَّةِ، وَفِي الشَّهْرِ 1999/4م، أَعْلَنَ الْفَلَكَيُّ بَتْلَرِ
(مِنْ الْمَرَصِدِ الْأَنْكَلُوسْتَرَالِيِّ) وَزَمَلَاؤُهُ عَنْ اكْتِشَافِ مَا يَبْدُو
وَكَاثَهُ أَوَّلِ حَالَةٍ مَعْرُوفَةٍ لِنِظَامِ كَوَكَبِيٍّ مُكَوَّنٍ مِنْ عِدَّةِ أَجْسَامٍ
بِضَخَامَةِ الْمَشْتَرِيِّ تَدُورُ حَوْلَ نَجْمٍ شَبِيهِ الشَّمْسِ. (وَلَمْ يَكُنْ
قَدْ اكْتُشِفَ قَبْلَ ذَلِكَ إِلَّا نِظْمٌ لَا تَحْوِي سِوَى رَفِيقٍ وَاحِدٍ



يُعتقد أن نظام أبسيليون أندروميديا يحتوي ثلاثة أجرام رقيقة بضخامة المشتري تدور حول النجم (في الأعلى)، وتذهب النظريات التي وضعت لمدارات هذه الأجرام. إلى أن هذه المدارات أصغر كثيراً من مدار المشتري في مجموعتنا الشمسية.

وفي أوائل عام 2007م، أطلقت وكالة الفضاء الفرنسية بمشاركة وكالات أخرى، تلسكوب الفضاء (كوروت) COROT المكرّس كلياً للبحث عن كواكب خارج المجموعة الشمسية. حيث إنه سيقوم بمراقبة نحو 120

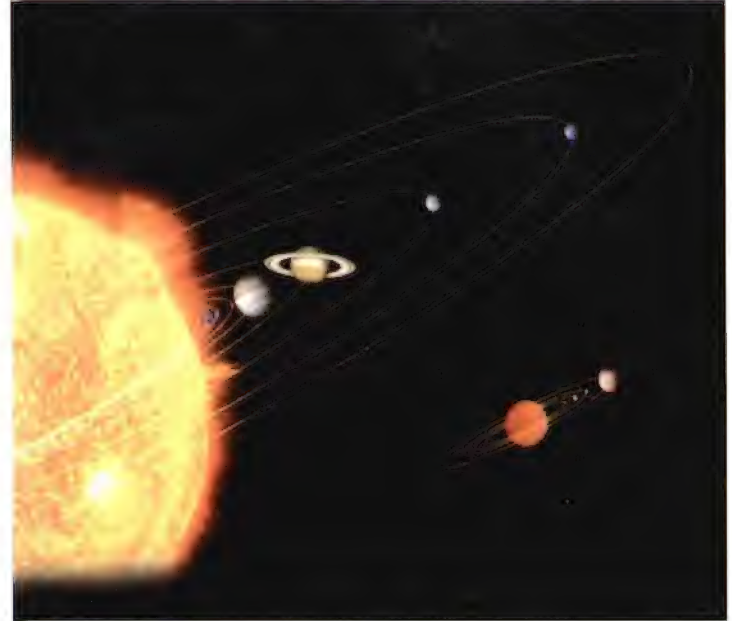


التلسكوب الفضائي كوروت في مداره حول الأرض

ألف نجم لتسجيل الخفوتات المؤقتة في برقيها، والناجمة عن مرور كواكب قريب سطوحها. وستقوم المهمة أيضاً بدراسة الكواكب مباشرة للكشف عن سلوكها الداخلي. ومن نقطة استقراره على بُعد

(827) كم فوق الأرض، سيقوم (كوروت) بمسح حقول الكواكب لمدة عامين ونصف.

بضخامة المشتري)، هذا النجم هو أبسيليون أندروميديا الذي يبعد عن نظامنا الشمسي نحو 40 سنة ضوئية، وهو أضخم قليلاً من الشمس وأشدّ تالقاً بنحو ثلاث مرات.



مقارنة بين مجموعتنا الشمسية والكواكب التي يُمكن أن تدور حول نجم قزم.

وبحلول الشهر 6/1999م، اكتشف 20 جرمًا، كل منها مرشح لأن يكون كوكباً خارج النظام الشمسي، وقد اكتشف معظمها من قبل مارسي وبتلر. وقد حدث هذا الاكتشاف في سياق برامج أنجزت مسح قرابة (500) من النجوم القريبة الشبيهة بالشمس خلال الفترة (1990 - 2000)م. وقد كانت التقنية المستعملة في عمليات البحث هذه، والتي تقيس انزياحات دوبلر لخطوط النجوم الطيفية بغية معرفة التغيرات الدورية في السرعات النجمية، لا تعطي إلا حداً أدنى لكل رفقاء النجوم. وكان لمعظم الكواكب المرشحة كتلٌ حدها الأدنى يعادل كتلة المشتري تقريباً، وأنصاف أقطار مداراتها أقل من (0.5) وحدة فلكية.

تَحْتَ الْأُفُقِ لِمُدَّةٍ (8) دَقَائِقَ أَيْضًا. وَهِيَ الَّتِي تَمُدُّ كَوُكَبَنَا
بِالْحَرَارَةِ وَالتَّوَرِّ الضَّرُورِيِّينَ لِاسْتِمْرَارِ الْحَيَاةِ بِكُلِّ أَنْوَاعِهَا
وَأَشْكَالِهَا، بَدَأَ مِنَ الْإِنْسَانِ وَانْتَهَاءً بِالْحَيَوَانِ وَالنَّبَاتِ .
يُضَافُ إِلَى ذَلِكَ دَوْرُهَا فِي الْحَيَاةِ الْاِقْتِصَادِيَّةِ، فَهِيَ
سِرُّ نُمُو النَّبَاتَاتِ الطَّبِيعِيَّةِ، وَنَجَاحِ الزَّرَاعَةِ، وَوُجُودِ الطَّاقَةِ
الْمُحَرَّكَةِ فِي الْفَحْمِ الْحَجَرِيِّ وَالتَّنْفِطِ، تِلْكَ الطَّاقَةُ الَّتِي
اخْتَرَنَاهَا فِي كَيَانِهِ النَّبَاتِ وَالْحَيَوَانُ قَبْلَ أَنْ يُدْفَنَا فِي بَاطِنِ
الْأَرْضِ وَيَتَحَمَّرَا .

الشَّمْسُ Sun (أَقْرَبُ نَجْم)

العُنْصُرُ الْأَسَاسِيُّ وَالْمَرْكَزِيُّ فِي الْمَجْمُوعَةِ الشَّمْسِيَّةِ .
وَهِيَ أَقْرَبُ النُّجُومِ إِلَيْنَا، إِذْ لَا تَبْعُدُ عَنَّا أَكْثَرَ مِنْ (150)
مِلْيُونِ كَمِ وَسَطِيًّا . وَهَذَا مَا يَجْعَلُ نُورَهَا عِنْدَ شُرُوقِهَا لَا يَصِلُ
إِلَيْنَا قَبْلَ (8) دَقَائِقَ، كَمَا يَجْعَلُنَا نَظْلُ نَرَى قُرْصَهَا بَعْدَ غُرُوبِهَا

الشمس



نَظَرَةُ الْأَقْدَمِينَ إِلَى الشَّمْسِ

كَانَ الْمِصْرِيُّونَ الْقَدَمَاءُ فِي طَلِيعَةِ الشُّعُوبِ الَّتِي اهْتَمَّتْ بِالشَّمْسِ اهْتِمَامًا بَلَغَ دَرَجَةَ التَّقْدِيسِ وَالْعِبَادَةِ، اعْتِقَادًا مِنْهُمْ بِأَنَّهَا إِلَهٌ لَهُ قُدْرَةُ السَّيْطَرَةِ عَلَى الْكَوْنِ وَالتَّصَرُّفِ فِي شُؤُونِهِ. وَأَوَّلُ فِرَاعِنَةِ مِصْرَ الَّذِينَ أَلْهَوْا الشَّمْسَ، وَأَقَامُوا لَهَا الْمَعَابِدَ، وَعَبَدُوهَا، مُلُوكُ الْأُسْرَةِ الرَّابِعَةِ الَّذِينَ دَعَوْهَا بِالْإِلَهِ (رع)، وَأَضَافُوا اسْمَهَا إِلَى أَسْمَائِهِمْ لِتَبَارِكُهُمْ وَلِتَحْفَظَهُمْ وَلِتَنْصُرَهُمْ حَسَبَ اعْتِقَادِهِمْ، فَالْمَلِكُ (خف) جَعَلَ اسْمَهُ (خف رع) وَالْمَلِكُ (منق) جَعَلَ اسْمَهُ (منق رع). وَلَمْ يَتَغَيَّرِ الْوَضْعُ عَنْ سَابِقِهِ فِي عَهْدِ مُلُوكِ الدَّوْلَةِ الْمِصْرِيَّةِ الْوُسْطَى، إِلَّا بِانْتِشَارِ عِبَادَةِ الشَّمْسِ فِي دَوْلَةِ مِصْرَ الْعُلَيَّا، بِالإِضَافَةِ إِلَى دَوْلَةِ مِصْرَ السُّفْلَى، وَاعْتِبَارِ جَمِيعِ الْإِلَهِاتِ الْآخَرَى الَّتِي كَانَتْ تُعْبَدُ فِي أَنْحَاءِ مِصْرَ الْمُخْتَلِفَةِ نَمَازَجَ مُشْتَقَّةٍ وَمُتَفَرِّعَةٍ عَنِ الْإِلَهِ (رع). وَلَمْ يُقَمْ تِمْنَالُ (أَبِي الْهَوَلِ) بِجَوَارِ أَهْرَامِ الْجِيزَةِ، كَأَضْحَمِ تِمْنَالٍ فِي الْعَالَمِ كُلِّهِ، إِلَّا لِيَكُونَ رَمْزًا لِلْإِلَهِ (رع).



كَانَتِ الْأَهْرَامَاتُ الَّتِي بَنَتْهَا شُعُوبُ الْأَزْتِكِ وَالْمَايَا فِي الْمَكْسِيكِ، مَعَابِدَ لِلشَّمْسِ كَمَا هُوَ الْحَالُ عِنْدَ الْمِصْرِيِّينَ.

كَمَا أَنَّهَا سِرُّ الدَّوْرَةِ الْمَائِيَّةِ Water cycle الَّتِي تَشْمَلُ الْعَالَمَ كُلَّهُ، إِذْ بَوَسَاطَتِهَا يَتَحَوَّلُ الْمَاءُ إِلَى بُخَارٍ مَاءٍ، لَا يَلْبَثُ أَنْ يَتَكَثَّفَ عَلَى أَشْكَالٍ شَتَّى، أَهْمُهَا الْمَطَرُ وَالتَّلْجُ اللَّذَانِ يَنْتُجُ عَنْهُمَا الْمَاءُ الضَّرُورِيُّ لِحَيَاةِ الْإِنْسَانِ وَالْحَيَوَانَ وَالنَّبَاتِ، بِالإِضَافَةِ إِلَى مَا يَنْتُجُ عَنْ ذَلِكَ مِنْ مِيَاهٍ جَارِيَةٍ اسْتُخْدِمَتْهَا الْإِنْسَانُ كَطَرَقٍ مُوَاصِلَاتٍ، وَكَقُوَّةٍ مُحَرَّكَةٍ أَدَارَ بِهَا الطَّوَاحِينَ وَالتَّوَاعِيرَ، وَوَلَدَ مِنْهَا الطَّاقَةُ الْكَهْرِمَائِيَّةُ الْمُحَرَّكَةُ.

كَمَا أَنَّ اخْتِلَافَ دَرَجَاتِ الْحَرَارَةِ عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ بَيْنَ مَكَانٍ وَآخَرَ، النَّاتِجُ عَنِ اخْتِلَافِ مِثْلِ أَشْعَةِ الشَّمْسِ السَّاقِطَةِ عَلَى ذَلِكَ السَّطْحِ، يَنْتُجُ عَنْهُ فُرُوقٌ فِي مِقْدَارِ الضَّغْطِ الْجَوِّيِّ بَيْنَ مِثْلَتَيْنِ وَآخَرَى مِمَّا يُسَبِّبُ هُبُوبَ رِيَّاحٍ تَنْتَقِلُ مِنْ مَرَاكِزِ الضَّغُوطِ الثَّقِيلَةِ إِلَى مَرَاكِزِ الضَّغُوطِ الْخَفِيفَةِ، يُمَكِّنُ اسْتِغْلَالَهَا فِي أَكْثَرِ الْأَحْيَانِ كَقُوَّةٍ مُحَرَّكَةٍ قَدَّرَهَا الْعَالَمَانِ (سِيمُون) وَ(بَارَكِر) بِمَا يُعَادِلُ الطَّاقَةَ الْمُحَرَّكَةَ النَّاتِجَةَ عَنْ إِخْرَاقِ (1500 - 1700) مِليونِ طِنٍ مِنَ الْفَحْمِ الْحَجَرِيِّ سَنَوِيًّا.

هَذَا بِالإِضَافَةِ إِلَى مَا أَمَدَّنَا بِهِ الْعِلْمُ الْحَدِيثُ مِنْ اسْتِخْدَامِ لَطَاقَةِ الشَّمْسِ الْحَرَارِيَّةِ اسْتِخْدَامًا مُبَاشَرًا بَوَسَاطَةِ أَجْهَزَةٍ شَّمْسِيَّةٍ فِي مَجَالِ التَّدْفِئَةِ وَالطَّهْيِ وَتَحْلِيلَةِ مِيَاهِ الْبَحْرِ وَتَوَلِيدِ الطَّاقَةِ الْكَهْرِبَائِيَّةِ وَتَسْيِيرِ الْأَقْفَارِ الصَّنَاعِيَّةِ وَالْمَرْكَبَاتِ وَالْمَحَطَّاتِ الْفَضَائِيَّةِ، وَفِي مَجَالَاتٍ أُخْرَى مُتَعَدِّدَةٍ.

وَأَخِيرًا، فَعَن طَرِيقِ دِرَاسَةِ الْعُلَمَاءِ لِلتَّفَاعُلَاتِ الَّتِي تَجْرِي فِي الشَّمْسِ، وَمَا تَوَلَّدَتْهُ تِلْكَ التَّفَاعُلَاتُ مِنْ حَرَارَةٍ هَائِلَةٍ، تَوَصَّلُوا إِلَى مَعْرِفَةِ السَّرِّ الْكَامِنِ وَرَاءَ ذَلِكَ كُلِّهِ، إِنَّهُ الطَّاقَةُ النَّوَوِيَّةُ. وَكَانَ ذَلِكَ بِدَايَةِ قِيَامِ دِرَاسَاتٍ مُسْتَفِيزَةٍ، وَأَبْحَاثٍ عَمِيقَةٍ دَائِبَةٍ أَدَّتْ إِلَى كَشْفِ الْإِنْسَانِ عَنِ الطَّاقَةِ النَّوَوِيَّةِ، وَتَوَصُّلِهِ إِلَى اسْتِخْدَامِهَا فِي مَجَالِي السَّلَامِ وَالْحَرْبِ.



ساد الاعتقاد قروناً، أن ستونهنج ليست إلا معبداً، ونظراً لأن محور ستونهنج يشير - من على حجر العقب - إلى نقطة في الأفق تشرق عندها الشمس في يوم منتصف الصيف، لذلك كان من الطبيعي أن يتولد الاعتقاد، بأن ستونهنج قد شُيِّد لتكون معبداً لعبادة إله الشمس، هذا ولا يزال الزوار يتدافعون إلى ستونهنج حتى يومنا هذا، لرؤية الشمس وهي تشرق في الحادي والعشرين من حزيران.

نَجْمٌ وَلَكِنَّهُ شَمْسٌ

إنَّ الشَّمْسَ نَجْمٌ لَا يَخْتَلِفُ عَنْ مُعْظَمِ نُجُومِ السَّمَاءِ إِلَّا بِقُرْبِهِ مِنَّا. حيث إنَّ بَعْضَهَا الْآخَرُ لَا يَخْتَلِفُ عَنِ الشَّمْسِ مِنْ حَيْثُ بُعْدُهُ عَنَّا فَقَطْ، وَإِنَّمَا يَخْتَلِفُ عَنْهَا مِنْ حَيْثُ كُنْثَتُهُ وَحَجْمُهُ وَطَاقَتُهُ وَشِدَّةُ أَوْ ضَعْفُ تَأْلِفِهِ.



أهمُّ مركزٍ لعبادة الشمس ولِمَعَابِدِهَا في زَمَنِ الْأُسْرَةِ الرَّابِعَةِ، كَانَتْ بَلَدَةُ (عَيْنُ شَمْسٍ). وَقَدْ اسْتَمَرَ تَقْدِيسُ الشَّمْسِ وَعِبَادَتُهَا فِي عَهْدِ مُلُوكِ الْأُسْرَةِ الْخَامِسَةِ فِي مِصْرَ، حَيْثُ أَقَامُوا لَهَا مَعَابِدَ بِجُورِ أَهْرَامَاتِهِمْ الَّتِي بَنَوْهَا فِي مَنَاطِقَةِ (أَبِي قِيرَ)، وَنَقَشُوا عَلَى جُدْرَانِهَا الزُّوَارِقَ الْجَبِيلَةَ الْمُلَوَّنةَ الَّتِي اعْتَقَدُوا أَنَّهَا تَحْمِلُ الشَّمْسَ الْإِلَهَةَ - وَالَّتِي زَمَرُوا لَهَا بِقُرْصِ شَمْسٍ - فِي رِحْلَتِهَا الْيَوْمِيَّةِ بَيْنَ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ.



تَشَكُّلُ الشَّمْسِ

عِنْدَمَا كَانَ الْكَوْنُ وَلَيْسَ فِيهِ إِلَّا غَازٌ وَغُبَارٌ مُتَمَدِّدَانِ خِلَالَهُ لِدَرَجَةٍ تَقْرُبُ مِنَ الْفَرَاغِ، تَعَرَّضَ الْكَوْنُ لِضَغْطٍ شَدِيدٍ مَجْهُولِ الْأَسْبَابِ، جَعَلَهُمَا يَنْكَمِشَانِ وَيَنْدَمِجَانِ، مُشْكِلَيْنِ سَحَابَةً كَوْنِيَّةً ضَخْمَةً، كَانَتِ السَّيْدِيمُ الْكَوْنِيَّ الْأَوَّلَ وَالْوَحِيدَ.

وَمَعَ تَزَايُدِ الضَّغْطِ عَلَى تِلْكَ السَّحَابَةِ، تَزَايَدَ انْكِمَاشُهَا عَلَى نَفْسِهَا لِحَدٍّ أَدَّى إِلَى اِرْتِفَاعِ الْحَرَارَةِ فِيهَا لِدَرَجَةٍ هَائِلَةٍ، ثُمَّ إِلَى انْفِجَارِهَا وَتَمَرُّقِهَا إِلَى عَدَدٍ كَبِيرٍ مِنَ السُّحُبِ الْعِمْلَاقَةِ الَّتِي دُعِيَتْ كُلُّ وَاحِدَةٍ مِنْهَا بِاسْمِ (سَدِيمٍ). ثُمَّ لَمْ تَلْبَثْ أَنْ خَضَعَتْ تِلْكَ السُّدُمُ إِلَى انْكِمَاشٍ وَتَمَدُّدٍ مُتَوَالِيَيْنِ وَمُسْتَمِرَّيْنِ كَانَا يُؤَدِّيَانِ إِلَى حُدُوثِ اضْطِرَابٍ عَنِيفٍ فِي كُتْلِ تِلْكَ السُّدُمِ، انْتَهَى إِلَى حُدُوثِ تَفَاعُلَاتٍ رَفَعَتْ حَرَارَةَ السُّدُمِ لِدَرَجَةٍ كَبِيرَةٍ، إِنَّمَا بِصُورَةٍ غَيْرِ مُتَسَاوِيَةٍ، مِمَّا جَعَلَ الْمَنَاطِقَ ذَاتَ الْحَرَارَةِ الْأَعْلَى فِي كُلِّ سَدِيمٍ مَنَاطِقَ مُضَاءٍ، وَعِنْدَهَا تَحَوَّلَتْ السُّدُمُ إِلَى طَلَائِعِ مَجَرَّاتٍ لَهَا شَكْلٌ عَشَوَائِيٌّ.

وَمَعَ اِزْدِيَادِ حَرَارَةِ تِلْكَ الْمَجَرَّاتِ، نَشَأَتْ فِيهَا حَرَكَةٌ دَوْرَانٍ مَحْوَرِيٍّ، أَدَّتْ فِي الْبِدَايَةِ إِلَى تَكْوِيرِ الْمَجَرَّةِ وَنُشُوءِ نَوَاةٍ فِيهَا. وَمَعَ اِزْدِيَادِ دَوْرَانِهَا، وَتَزَايُدِ الْقُوَّةِ النَّابِذَةِ فِيهَا، أَخَذَتِ الْمَجَرَّةُ شَكْلًا عَدَسِيًّا، كَمَا أَخَذَتْ تَظْهَرُ فِيهَا حَرَكَاتٌ تَدْوِيمٌ مُسْتَقِلَّةٌ عَنْ بَعْضِهَا، جَعَلَتْ كُتْلَةَ الْمَجَرَّةِ تَضُمُّ فِي ثَنَائِيهَا مِلْيَارَاتِ الدَّوَامَاتِ الَّتِي أَخَذَتْ تَتَبَاعَدُ عَنْ بَعْضِهَا، دُونَ أَنْ تَفْقِدَ الْقُوَّةَ الْجَادِبَةَ الْقَائِمَةَ فِيمَا بَيْنَهَا، وَدُونَ أَنْ تُغَيِّرَ مَرْكَزَ دَوْرَانِهَا الْوَحِيدَ، وَهُوَ مَرْكَزُ الْمَجَرَّةِ ذَاتِهَا. ثُمَّ لَمْ تَلْبَثْ أَنْ تَحَوَّلَتْ كُلُّ دَوَامَةٍ مِنْهَا إِلَى مَنَظُومَةٍ شَمْسِيَّةٍ مُعْتَمَةٍ، اسْتَطَاعَتِ الشَّمْسُ فِيهَا - بِفَضْلِ ضَخَامَةِ حَجْمِهَا - أَنْ تَضُمَّ إِلَيْهَا (99.9 %) مِنْ مُجْمَلِ غُبَارٍ وَغَازٍ

الدَّوَامَةِ الَّتِي كَانَتِ الشَّمْسُ تُشَكِّلُ الْقِسْمَ الْبَاطِنَ مِنْهَا. ثُمَّ أَدَّى الضَّغْطُ الْكَبِيرُ الَّذِي أَحْدَثَهُ جِسْمُ الشَّمْسِ عَلَى بَاطِنِهَا إِلَى اِرْتِفَاعِ الْحَرَارَةِ فِيهَا اِرْتِفَاعًا عَظِيمًا، سَبَّبَ حُدُوثَ تَفَاعُلَاتٍ دَرِّيَّةٍ بَدَأَتْ فِي بَاطِنِ الشَّمْسِ، حَيْثُ تَنَجَّ عَنْهَا تَوْهُجٌ خَاطِفٌ، عَمَّ سَطْحَ الشَّمْسِ كُلَّهُ، وَأَضَاءَ مَا حَوْلَهَا مِنْ كَوَاكِبَ، وَمَا يَنْبُعُ تِلْكَ الْكَوَاكِبَ مِنْ أَقْمَارٍ وَحَلَقَاتٍ. كَمَا أَخَذَتِ الشَّمْسُ تَمُدُّ الْكَوَاكِبَ وَتَوَابِعَهَا بِحَرَارَتِهَا. وَصَغُرَ حَجْمُ الْكَوَاكِبِ وَتَوَابِعِهَا أَدَّى إِلَى بَقَائِهَا أَجْسَامًا مُعْتَمَةً بَارِدَةً.

تَرْكِيبُ الشَّمْسِ

رَأَيْنَا كَيْفَ أَنَّ الشَّمْسَ قَدْ اسْتَأْثَرَتْ بِـ (99.9 %) مِنْ مُجْمَلِ الْمَادَّةِ الَّتِي تَتَأَلَّفُ مِنْهَا الْمَنَظُومَةُ الشَّمْسِيَّةُ، وَمَا بَقِيَ مِنْ تِلْكَ الْمَادَّةِ، وَقَدْرُهُ (1 %) فَقَطْ، تَأَلَّفَتْ مِنْهُ بَقِيَّةُ أَعْضَاءِ الْمَنَظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ الَّتِي تَضُمُّ الْكَوَاكِبَ وَتَوَابِعَهَا، وَمَا يَنْحَرِّكُ عَبْرَ الْمَنَظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ مِنْ مُدُنِّبَاتٍ وَشُهَبٍ وَنَيَّازِكٍ. وَبِاسْتِخْدَامِ الْمِطْيَافِ Spectroscope الَّذِي يُحَلِّلُ أَشِعَّةَ النُّورِ إِلَى أَطْيَافٍ بِوَسَاطَةِ الْمَوْشُورِ الرُّجَاجِيِّ Prism الْمَوْجُودِ أَمَامَ عَدَسَةِ الْمِطْيَافِ، أَمَكَّنَ مَعْرِفَةَ مُرَكِّبَاتِ الشَّمْسِ وَدَرَجَةِ الْحَرَارَةِ فِيهَا؛ إِذْ إِنَّ لِكُلِّ عُنْصُرٍ - يَكُونُ عَلَى شَكْلِ غَازٍ مُتَوْهِّجٍ - لَوْنًا خَاصًّا بِهِ، يُمَيِّزُهُ عَنْ غَيْرِهِ، وَبَدَّلْنَا عَلَى مِقْدَارِ دَرَجَةِ حَرَارَتِهِ، وَنَوْعِ الْمَادَّةِ الَّتِي يَتَأَلَّفُ مِنْهَا.

(ث) الفحم :

ونسبته أقل من (0.4 %)

(ج) الحديد :

ونسبته أقل من (0.16 %)

(ح) السيليكون :

ونسبته أقل من (0.1 %)

(خ) الآزوت :

ونسبته أقل من (0.1 %)

(د) المغنسيوم :

ونسبته أقل من (0.09 %)

(ذ) النيون :

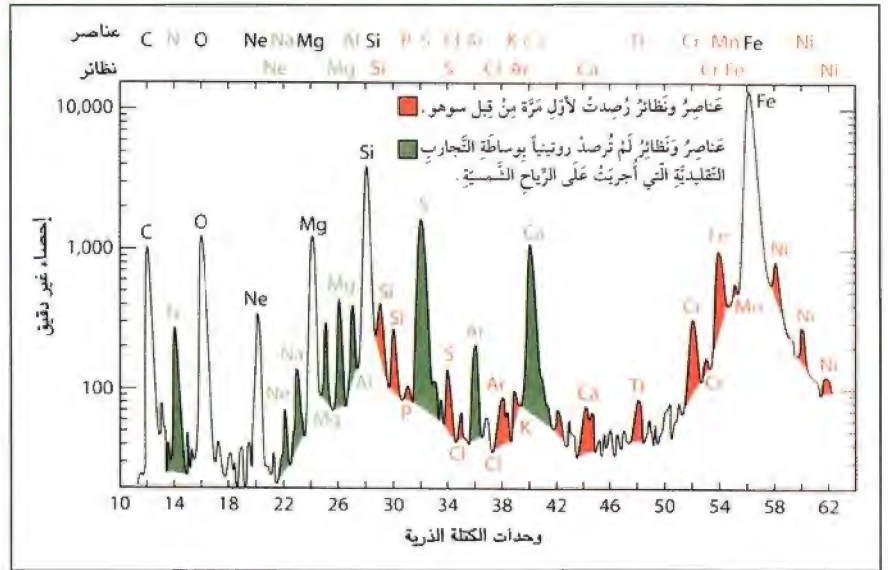
ونسبته أقل من (0.07 %)

وعندما نبلغ الطبقة الوسطى من الشمس نجد أن غاز (الهيدروجين) يأخذ بالتناقص لتصبح نسبته (65 %)، بينما ترتفع نسبة (الهيليوم) حتى تصبح (34 %)؛ وعند بلوغنا سطح الطبقة المركزية، أي التواة، يزداد تناقص (الهيدروجين)، حيث لا تزيد نسبته هناك على (34 %)، بينما ترتفع نسبة (الهيليوم) لتصبح (65 %)؛ وعندما نقترب من مركز الشمس يخفتي (الهيدروجين) تماماً، وتصبح نسبة (الهيليوم) هناك (99 %)، ويبقى (1 %) للعناصر الأخرى المعدنية التي تدخل في تركيب الشمس.

حجم الشمس وكثافتها وكثافتها وأبعادها

ودرجة حرارة سطحها

تعد الشمس من النجوم ذات الحجم المتوسط، إذ يبلغ (983.850.742) كوادريون كم³، أي أنها أكبر من حجم الأرض بـ (1.3) مليون مرة تقريباً. وتقدر كثافتها، أي



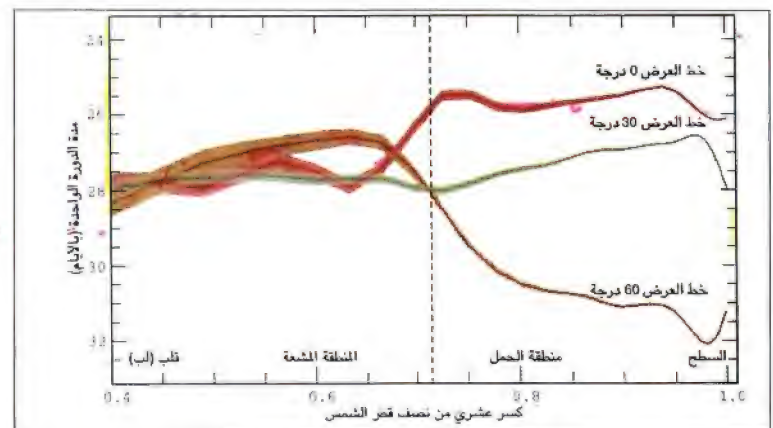
العناصر التي تدخل في تركيب الشمس

ومن تحليل نور الطبقة السطحية من الشمس إلى خطوط طيفية، تبين أن تركيب تلك الطبقة يكون على الشكل التالي، وبالنسبة المحددة بجانب كل عنصر :

(أ) الهيدروجين : ونسبته أقل من (75 %)

(ب) الهيليوم : ونسبته أقل من (24 %)

(ت) الأوكسجين : ونسبته أقل من (1 %)

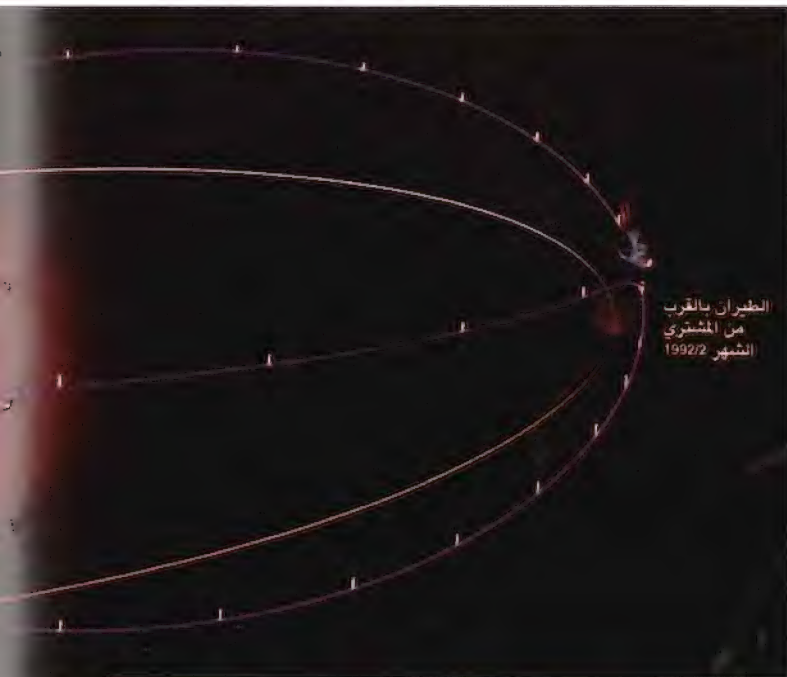


استنتج مُعدّل الدوران الداخلي للشمس في خطوط العرض التي درجتها (0 و30 و60) من البيانات التي رُوّدتا بها جهاز تصوير (مايكلسون-دوبلر). وعند الاتجاه نحو الأسفل إلى قاعدة منطقة الحمل، نرى أن المناطق القطبية تدوم على نحو أبعداً من تدويم المناطق الاستوائية. وبعد ذلك، فإن الدوران المنتظم يبدو بأنه هو القاعدة، مع أن العلماء لم يحددوا بعد مُعدلات الدوران داخل قلب الشمس.

الشَّمْسِ، وَهِيَ الْجُزْءُ الَّذِي يَتَحَمَّلُ أَكْبَرَ ضَغْطٍ؛ لِذَا كَانَتِ الْكثَافَةُ فِيهَا شَدِيدَةً، حَتَّى أَنَّ السَّنِيْمَتَرِ الْمُكَعَّبَ الْوَاحِدَ عِنْدَ الْمَرْكَزِ يَزِنُ (150) غَرَامًا، أَيْ أَنَّهُ أَكْثَرُ كَثَافَةً مِنَ الرِّصَاصِ بِمِقْدَارِ (11) مَرَّةً. كَمَا تَزِيدُ الْحَرَارَةُ فِيهَا عَلَى (14) مِلْيُونِ دَرَجَةِ مِئْوِيَّةٍ، وَقَدْ سَاعَدَ وَضْعُهَا هَذَا عَلَى حَدُوثِ نَفْجَرَاتٍ نَوَوِيَّةٍ دَائِمَةٍ تَتَعَدَّى آثَارُهَا جُزْمَ الشَّمْسِ، لِتَنْطَلِقَ فِي الْفَضَاءِ الْكَوْنِيِّ الْمُحِيطِ بِهَا، بَعْدَ أَنْ تَتْرَكَ آثَارَهَا فِي جَمِيعِ كَوَاكِبِهَا وَتَوَابِعِ نَلْكَ الْكَوَاكِبِ.

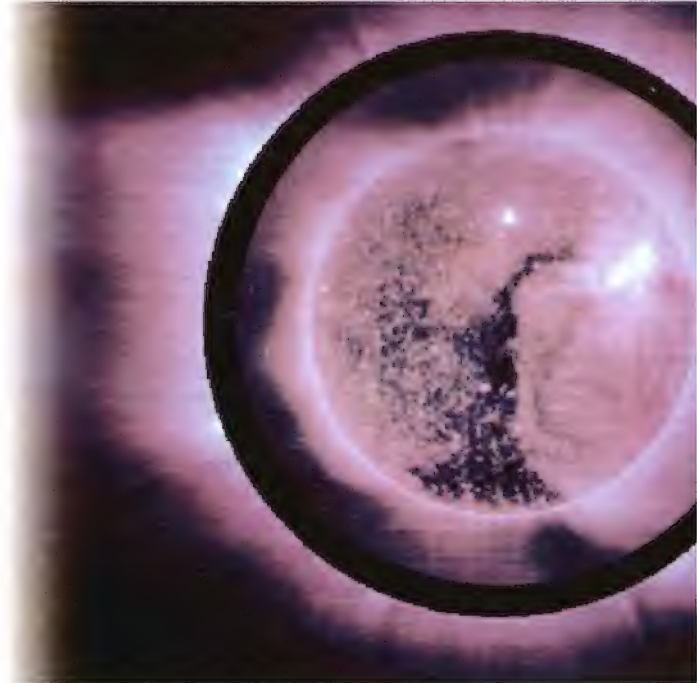
(2) الطَّبَقَةُ الْمُشِعَّةُ Radiant zone

تُحِيطُ بِالنَّوَةِ الْمَرْكَزِيَّةِ، وَيَبْلُغُ سُمْكُهَا (325000) كَم، وَهِيَ أَقْلُ ضَغْطًا وَحَرَارَةً مِنَ النَّوَةِ، إِذْ تَكُونُ حَرَارَتُهَا قُرْبَ النَّوَةِ (8) مَلَايِينِ دَرَجَةِ مِئْوِيَّةٍ، أَمَّا عِنْدَ سَطْحِهَا فَلَا تَتَجَاوَزُ حَرَارَتُهَا (1 - 1.5) مِلْيُونِ دَرَجَةِ مِئْوِيَّةٍ. وَفِي هَذِهِ الطَّبَقَةِ تَتِمُّ مُعْظَمُ عَمَلِيَّةِ التَّفَجُّرَاتِ النَّوَوِيَّةِ الَّتِي بَدَأَتْ فِي النَّوَةِ الْمَرْكَزِيَّةِ.



الطَّيْرَانِ بِالْقُرْبِ
مِنَ الْمَشْرِقِ
الشَّمْسِ 1992/2

وَزُنُهَا، بِـ (1.99×10^{33}) غَرَامًا، وَهَذَا يُسَاوِي (2000) كَوَادْرِيلْيُون⁽¹⁾ طَن، أَيْ مَا يُعَادِلُ (332) أَلْفَ مَرَّةٍ مِنْ كُتْلَةِ الْأَرْضِ. وَيَبْلُغُ طُولُ نِصْفِ قُطْرِهَا (696250) كَم، أَيْ أَنَّهُ أَطْوَلُ مِنْ نِصْفِ قُطْرِ الْأَرْضِ بِـ (109) مَرَّاتٍ. وَتَبْلُغُ مِسَاحَةُ سَطْحِهَا (6.089) تَرْليُونِ كَم². أَمَّا مُتَوَسِّطُ كَثَافَتِهَا فَلَا يَزِيدُ عَلَى (1.41) غ/سَم³، بَيْنَمَا يَكُونُ مُتَوَسِّطُ كَثَافَةِ الْأَرْضِ (5.5) غ/سَم³. وَيُقَدَّرُ مُتَوَسِّطُ دَرَجَةِ حَرَارَةِ سَطْحِهَا الضَّوئِيِّ بِـ (5800 - 6000) دَرَجَةِ مِئْوِيَّةٍ.



بُنْيَةُ الشَّمْسِ

يَتَأَلَّفُ جُزْمُ الشَّمْسِ مِنْ ثَلَاثِ طَبَقَاتٍ أَسَاسِيَّةٍ، تُحِيطُ بِهَا ثَلَاثُ طَبَقَاتٍ مُلْحَقَةٍ بِهَا.
(1) الطَّبَقَاتُ الْأَسَاسِيَّةُ:

(1) النَّوَةُ الْمَرْكَزِيَّةُ Core

وَهِيَ الْكَوْرَةُ الَّتِي تُحِيطُ بِمَرْكَزِ الشَّمْسِ، وَتَمْتَدُّ مِنْهُ حَتَّى مَسَافَةِ (200) أَلْفِ كَم، يَتَرَكَّزُ فِيهَا قَرَابَةُ (90 %) مِنْ كُتْلَةِ

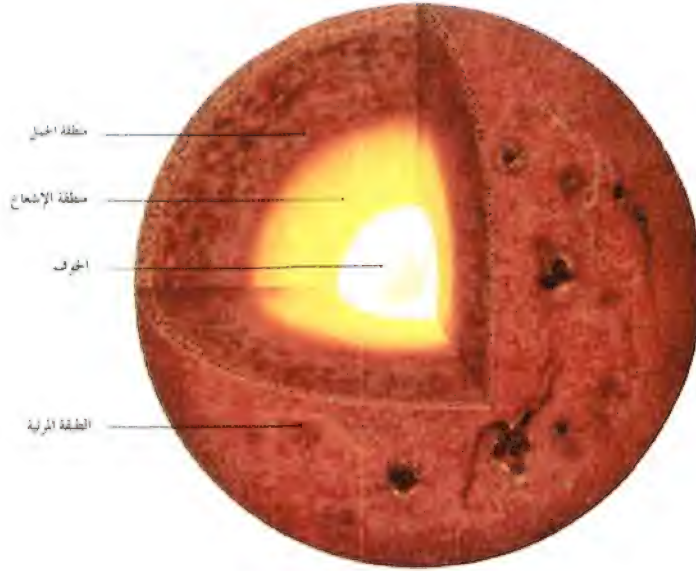
(1) الكَوَادْرِيلْيُون: رَفْعٌ مُؤَلَّفٌ مِنَ الْعِدَدِ (1) وَإِلَى يَمِينِهِ (15) صِفْرًا، أَيْ: (1.000.000.000.000.000)

بَدَأَ الْمَسَارُ الْقُطْبِيَّ لِلْمَرْكَبَةِ أُولِيس (فِي الْأَعْلَى) بَعْدَ أَنْ تَرَكَتْ جَوَارِ الْمَشْرِقِ مُبَاشَرَةً، وَذَلِكَ فِي بَدَايَةِ عَامِ 1992م، وَحَيْثُ أَنَّ الشَّابِرَ يَتَحَرَّكُ بِأَقْصَى سُرْعَةٍ لَهُ فِي مَدَارِهِ الَّذِي يَسْتَعْرِقُ سِتَّةَ أَغْوَامٍ، عِنْدَمَا يَكُونُ أَقْرَبَ مَا يُمَكِّنُ مِنَ الشَّمْسِ، فَقَدْ تَمَكَّنَتِ الْمَرْكَبَةُ الْمُحْمَلَةُ بِالْأَجْهَزَةِ (الْيَسَارِ) أَنْ تَمَرَ فَوْقَ كُلِّ مِنَ الْقُطْبَيْنِ فِي عَامِي (1994 - 1995)م.

هَوَاتِي
كَسْبُ عَالٍ

مولد حراري كهربائي
للطائرات المشعة

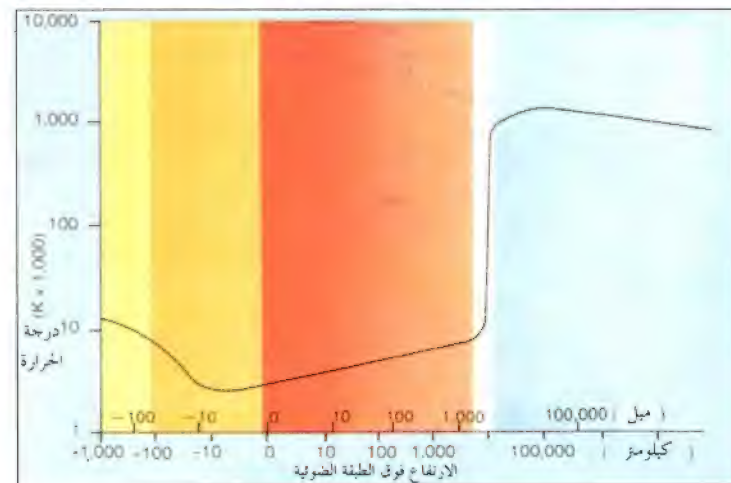
داخل الشمس توجد تحت الطبقة المرئية من الشمس، منطقة الحمل الحراري، وهي منطقة شديدة الهياج، وتنطقة الإشعاع وقطب الشمس (الجوف)، الذي هو مصدر الطاقة الشمسية، وتسري هذه الطاقة من الجوف إلى القطع السطح فالسطح ومنه إلى الفضاء على هيئة إشعاع حراري وضوء.



وَيَحْدُثُ أحياناً أَنْ يَتَجَمَّعَ مَا بَيْنَ (300 - 400) حَبِيبَةٍ لِفَتْرَةٍ مُوقَّتَةٍ، وَيُدْعَى مِثْلُ هَذَا التَّجَمُّعِ بِالْحَبِيبَةِ الضَّخْمَةِ، إِذْ يَبْلُغُ قُطْرُهَا مَا بَيْنَ (45000 - 60000) كم، وَلَا تَدُومُ تِلْكَ الْحَبِيبَاتُ عَادَةً أَكْثَرَ مِنْ يَوْمٍ وَاحِدٍ. كَمَا تَتَجَمَّعُ فِي حَالَاتٍ مَحْدُودَةٍ وَخَاصَّةٍ حَبِيبَاتٍ عَمَلًا لِقَعْدِ مِسَاحَةِ الْحَبِيبَةِ الْوَاحِدَةِ مِنْهَا مَا يُعَادِلُ مِسَاحَةَ (10) حَبِيبَاتٍ ضَخْمَةٍ أَوْ يَزِيدُ؛ وَيَحْدُثُ ذَلِكَ عَادَةً فِي فُتْرَاتٍ نَشَاطِ الْإِنْفِجَارِ الشَّمْسِيِّ. وَتَقْدَّرُ حَرَارَةُ هَذَا الْغِلَافِ عِنْدَ طَبَقَاتِهِ السُّفْلَى بِـ (15) أَلْفِ دَرَجَةِ مِئَوِيَّةٍ، بَيْنَمَا تَتَرَاوَحُ عِنْدَ السُّطْحِ مَا بَيْنَ (5800 - 6000) دَرَجَةِ مِئَوِيَّةٍ.

(2) طَبَقَةُ خُطُوطِ امْتِصَاصِ الْحَرَارَةِ :

يُحِيطُ بِالطَّبَقَةِ الْمُنِيرَةِ طَبَقَةُ تَمْتَدُّ عِدَّةَ آلَافٍ مِنْ الْكِيلُومِتَرَاتِ، يُشَكِّلُ الْجُزْءَ السُّفْلِيَّ مِنْهَا، الَّذِي يُقَدَّرُ سُمْكُهُ بِـ (500) كم، مِنْطَقَةٌ مَاصَّةٌ لِلْحَرَارَةِ الْمُشَعَّةِ مِنَ الطَّبَقَةِ الْمُنِيرَةِ، لِذَا تَكُونُ الْحَرَارَةُ فِي هَذَا الْقِسْمِ حَوَالِي (4000) دَرَجَةِ مِئَوِيَّةٍ؛ أَمَّا الْجُزْءُ الْعُلُويُّ مِنْهَا، وَهُوَ أَكْثَرُ سُمْكًا، فَيَتَشَكَّلُ فِيهِ طَيْفُ الْإِمْتِصَاصِ الشَّمْسِيِّ، كَمَا أَنَّ الْحَرَارَةَ تَنْخَفِضُ فِيهِ تَدْرِيجِيًّا مَعَ ابْتِعَادِنَا عَنِ الطَّبَقَةِ السُّفْلَى.



العلاقة بين دَرَجَةِ الْحَرَارَةِ وَ الْإِرْتِفَاعِ فَوْقَ الطَّبَقَةِ الضَّوئِيَّةِ

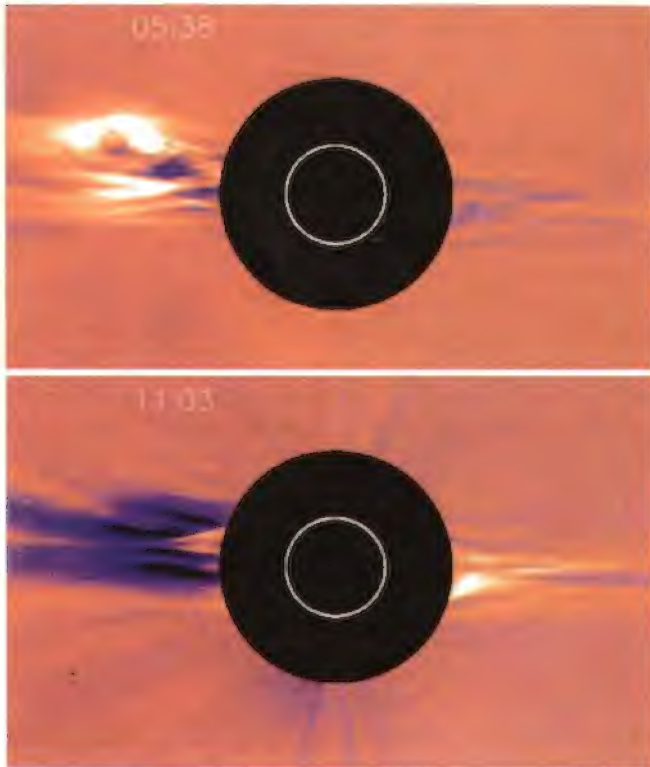
(3) طَبَقَةُ الْجَوِّ الشَّمْسِيِّ :

تَعْلُو الطَّبَقَةِ الَّتِي يَتَشَكَّلُ فِيهَا طَيْفُ الْإِمْتِصَاصِ الشَّمْسِيِّ، وَتَمْتَدُّ إِلَى مَسَافَةٍ (5) مِلْيُونِ كم. تَقِلُّ كَثَافَتُهَا شَيْئًا فَشَيْئًا مَعَ الْإِرْتِفَاعِ؛ حَتَّى إِذَا مَا بَلَغَتِ الْغَازُ الْقَائِمَ فِي جَوِّ مَا بَيْنَ الْكَوَاكِبِ وَالنُّجُومِ، كَانَتْ كَثَافَتُهَا مُسَاوِيَةً لِكثَافَةِ غَازِ ذَلِكَ الْجَوِّ. وَتَقْسَمُ طَبَقَةُ الْجَوِّ الشَّمْسِيِّ إِلَى قِسْمَيْنِ :

(أ) الطَّبَقَةُ الْمُلوَّنة Chromospher :

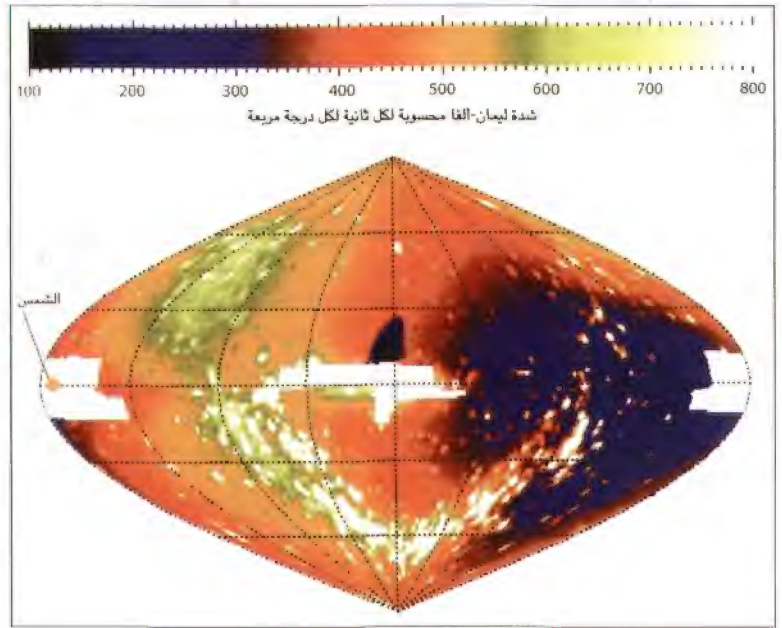
وَهِيَ الطَّبَقَةُ السُّفْلَى مِنْ جَوِّ الشَّمْسِ، وَتَعْلُو طَبَقَةُ طَيْفِ الْإِمْتِصَاصِ الشَّمْسِيِّ. وَتَتَأَلَّفُ مِنْ غَازَاتٍ حَارَّةٍ مُتَوَهِّجَةٍ، يَتَرَاوَحُ سُمْكُهَا بَيْنَ (2000 - 5000) كم، وَتَظْهَرُ عِنْدَ حَدُوثِ الْكُسُوفِ الْكُلِّيِّ لِلشَّمْسِ عَلَى شَكْلِ هِلَالٍ ضَوْئِيٍّ أَحْمَرَ فِي الْجَانِبِ الْأَيْمَنِ مِنَ الشَّمْسِ، لَا يَدُومُ ظُهُورُهُ أَكْثَرَ مِنْ ثَانِيَةٍ أَوْ ثَانِيَتَيْنِ. وَعِنْدَ نِهَآيَةِ الْكُسُوفِ، تَتَكَرَّرُ رُؤْيَةُ الْهِلَالِ الضَّوئِيِّ الْأَحْمَرِ، إِنَّمَا فِي الْجَانِبِ الْأَيْسَرِ مِنَ الشَّمْسِ هَذِهِ الْمَرَّةَ، وَلِمُدَّةٍ ثَانِيَةٍ أَوْ ثَانِيَتَيْنِ أَيْضًا.

اللَّهَبِ الْمُتَوَهِّجِ، غَيْرِ مُتَسَاوِيَةٍ أَوْ مُتَنَاطِرَةٍ، وَتُرَى مِنْ سَطْحِ الْأَرْضِ وَكَأَنَّهَا تَمْتَدُّ إِلَى مَسَافَةٍ تُعَادِلُ (10/1) مَسَافَةِ مُحِيطِ قُرْصِ الشَّمْسِ الْمُظْلِمِ، إِلَّا أَنَّ الصُّورَ الْمُلتَقَطَةَ مِنْ مَنَاطِدِ ارْتَفَعَتْ إِلَى عُلُوٍّ (25 - 30) كم، بَيَّنَتْ أَنَّ طُولَ تِلْكَ الْأَلْسِنَةِ الْمُتَوَهِّجَةِ يَبْلُغُ حَوَالِي (20) مِليُونِ كم بَعِيداً عَنْ مُحِيطِ قُرْصِ الشَّمْسِ، أَيَّ مَا يُعَادِلُ أَكْثَرَ مِنْ (15) مَرَّةً قَطْرَ الشَّمْسِ. وَالْوَاقِعُ أَنَّ نِهَايَةَ هَذِهِ الطَّبَقَةِ غَيْرُ مُحَدَّدَةٍ، إِذْ بَيَّنَّتِ الدَّرَاسَاتُ وَالْقِيَاسَاتُ الَّتِي قَامَتْ بِهَا الْأَقْمَارُ الصَّنَاعِيَّةُ وَالْمَرَكَّبَاتُ الْفَضَائِيَّةُ أَنَّ كِمِّيَّاتٍ ضَخْمَةً مِنَ الْغَازَاتِ الْمُتَابَعَةِ⁽¹⁾



قَامَ أَحَدُ الرُّوَاسِمِ الْإِكْلِيلِيَّةِ الْمَحْمُولَةِ عَلَى مَتْنِ الْمَرَكَّبَةِ الْفَضَائِيَّةِ سُوهُو بِتَسْجِيلِ مَقْدُوفَاتٍ إِكْلِيلِيَّةٍ عَلَى نِطَاقٍ وَاسِعٍ (الْوَلَوْنُ الْأَبْيَضُ) حَدَثَ فِي الْجِهَتَيْنِ الشَّرْقِيَّةِ وَالْغَرْبِيَّةِ مِنَ الشَّمْسِ، وَقَدْ جَرَى هَذَا التَّسْجِيلُ خِلَالَ سَاعَاتٍ فِي يَوْمٍ وَاحِدٍ، هَذَا وَإِنَّ الْقُرْصَ الْأَسْوَدَ الْحَاجِبَ يَعْتَرِضُ سَبِيلَ وَهْجِ الشَّمْسِ الَّتِي يُمَثِّلُ حَرْفَهَا الْمَرْتِي هُنَا بِالْداِئِرَةِ الْبَيْضَاءِ.

(1) الْغَازَاتُ الْمُتَابَعَةُ: هِيَ الْغَازَاتُ الَّتِي فَقَدَتْ ذَرَاتُهَا مُعْظَمَ الْإِكْتِرُونَاتِهَا، أَوْ أَضَافَتْ إِلَى الْإِكْتِرُونَاتِهَا الْإِكْتِرُونَاتِ جَدِيدَةً.



يَتَوَهَّجُ الْهَيْدروجين البين نجمي في الضَّوءِ فَوْقَ الْبِنْفَسْجِي لِخَطِّ لِيْمَان - أَلْفَا الطَّنْفِي بِطُولِ مَوْجِي قَدْرُهُ 1216 / أنغستروم، وَتُصْدِرُ غَيْمَةً غَازِيَةً بَيْنَ نِجْمِيَّةٍ فِي الْمَنَاطِقِ الْمُنْتَشِرَةِ، كَمَا تُؤَلِّدُ النُّجُومَ الْحَارَّةَ الْنِقَاطَ السَّاطِعَةَ. وَتَرْتَحِلُ الشَّمْسُ عَبْرَ الْغَيْمَةِ بِسُرْعَةٍ قَدْرُهَا 26 كم/ثا، كَمَا تُؤَلِّدُ الرِّيحَ الشَّمْسِيَّةَ تَنَاطُراً فِي الْوَهْجِ الْمُنْتَشِرِ لِلْإِشْعَاعِ فَوْقَ الْبِنْفَسْجِي.

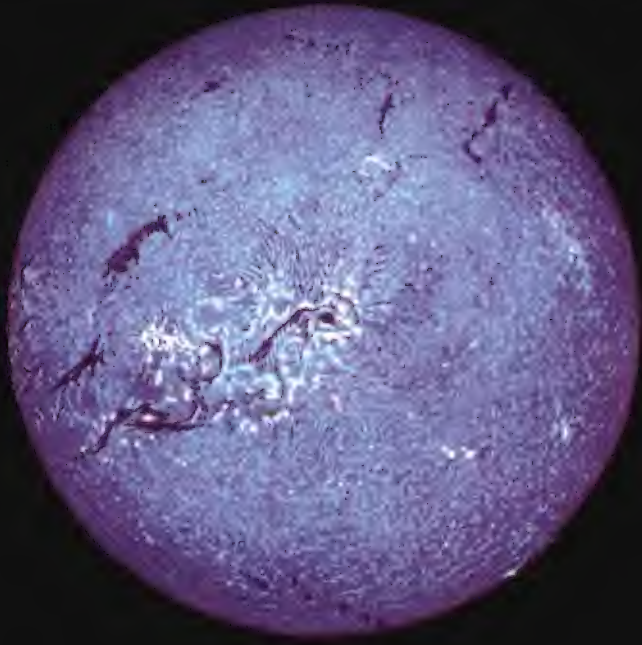
وَتَصِلُ حَرَارَةُ هَذِهِ الطَّبَقَةِ إِلَى (20000) دَرَجَةِ مِئْوِيَّةٍ، أَيَّ أَعْلَى بِأَكْثَرِ مِنْ ثَلَاثِ مَرَّاتٍ مِنْ حَرَارَةِ سَطْحِ الشَّمْسِ الضَّوْئِي. كَمَا تَمْتَدُّ مِنْ سَطْحِ هَذِهِ الطَّبَقَةِ أَلْسِنَةُ غَازِيَّةٌ مُتَوَهِّجَةٌ لَا تَدُومُ عَلَى الْغَالِبِ أَكْثَرَ مِنْ عَشْرِ دَقَائِقَ، حَيْثُ يَحُلُّ مَكَانَهَا غَيْرُهَا. وَيَبْلُغُ ارْتِفَاعُ تِلْكَ الْأَلْسِنَةِ بِاتِّجَاهِ الطَّبَقَةِ التَّاجِيَّةِ وَضِمْنِهَا إِلَى مَسَافَةٍ تَتَرَاوَحُ بَيْنَ (3000 - 10000) كم، وَيَتَرَاوَحُ وَسْطِي قَطْرُ تِلْكَ الْأَلْسِنَةِ (100 - 10000) كم.

ب) الطَّبَقَةُ التَّاجِيَّةُ Corona :

وَهِيَ الطَّبَقَةُ الْعُلْيَا مِنْ جَوِّ الشَّمْسِ، وَآخِرُ طَبَقَةٍ مِنَ الطَّبَقَاتِ الْمُلْحَقَةِ بِالشَّمْسِ. وَتَتَأَلَّفُ مِنْ غَازَاتِ (الْحَدِيدِ) وَ(الْكَالْسِيُومِ) وَ(النِّيْكَلِ)؛ لِذَا تُدْعَى بِطَبَقَةِ (التَّاجِ الْحَدِيدِيِّ لِلشَّمْسِ) أَيْضاً.

وَهِيَ لَا تَظْهَرُ إِلَّا عِنْدَ حُدُوثِ كُسُوفٍ كُلِّيٍّ عَلَى شَكْلِ هَالَةٍ نُورِيَّةٍ مُحِيطَةٍ بِالشَّمْسِ، تَنْدَفِعُ مِنْهَا أَلْسِنَةُ ضَخْمَةٌ مِنْ

الانكماش في جرم الشمس، لتُعطي ما تُعطيهِ حتى اليوم من حرارة ونور، كما يرى (هالم هولتز)، هو أمرٌ غيرٌ صحيح؛ إذ لو صحَّ ذلك، لوجب أن يكون قطر الشمس في يومنا هذا في حدود كيلومترين فقط، لا (1.392.500 كم) كما هو عليه اليوم.



رأى العلماء أن قطر الشمس آخذ في الازدياد على مدى بلايين السنين القادمة، حسب أدقِّ الدراسات الفلكية والرياضية.

وإذا كان العلم قد قبل حديثاً، كما أشرنا، فكرة بداية نشوء حرارة الشمس ونورها عن طريق التثاقل، أي بفعل الضغط الذي تعرّض له باطنها بسبب انكماشها على نفسها، فإن ذلك الانكماش انتهى وتوقف في الشمس في مرحلة قديمة جداً من مراحل تشكيلها، وذلك حين وصلت الشمس إلى توازن بين قوة الضغط الخارجي الناجم عن الانكماش وقوة الضغط الباطني الذي نشأ كرد فعل لاشتداد الضغط عليها، وبسبب الدورة المحورية للشمس حول نفسها، التي أعطتها قوة نابذة مركزية.

من تأثير جاذبية الشمس، وتبلغ مجموعة الكواكب الشمسية على شكل رباح تدعى (الرياح الشمسية) لتؤثر في جو تلك الكواكب، ومنها الأرض بصورة خاصة. وتقدّر حرارة الطبقة التاجية بحوالي مليون درجة مئوية. ولا يمكن للإنسان أن يرى هاتين الطبقتين الأخيرتين، حتى ولو استعمل المراقب الضخمة، ولا بد من انتظار حدوث كسوف كلي للشمس حتى يتمكن من رؤيتهما بالمراقب.

مصدر الطاقة الشمسية

اعتقد العلماء قديماً بأن الشمس مكوّنة من الفحم أو من مادة أخرى تُشبه الفحم، وأن احتراقها يمدد الشمس بالحرارة والنور. ومع تقدّم العلم، بدا ذلك مستحيلاً؛ إذ لو كان الأمر كما تقدّم، لكانت الشمس قد استهلكت وقودها في قرنين أو ثلاثة قرون على أبعد تقدير، وذلك على ضوء حساب كتلة الشمس التي تمّ التوصل إلى معرفتها. ومن ناحية أخرى، فإن احتراق الفحم، وما يشبهه، لا يمكن أن يُعطي الشمس هذا المقدار من الحرارة المُرتفعة والنور الباهر اللذين تمدد بهما كواكب المنظومة الشمسية وتوابعها وما يدور في فلك الشمس من أجرام أخرى.

ولما جاء عالم الطبيعة الألماني (هيرمان فون هالم هولتز)، تعرّض في سياق بحثه عن منشأ الشمس إلى أمرٍ حرارتها ونورها، ورأى أن انكماش الشمس بفعل الجاذبية المركزية القائمة فيها منذ أن كانت سحابة سديمية، ولّد فيها حرارة ظلت تزداد استعاراً حتى أصبح لها هذا النور الحافظ، وأن استمرار تلك الحرارة وذلك النور، حتى اليوم، ناتج عن استمرار انكماشها على نفسها.

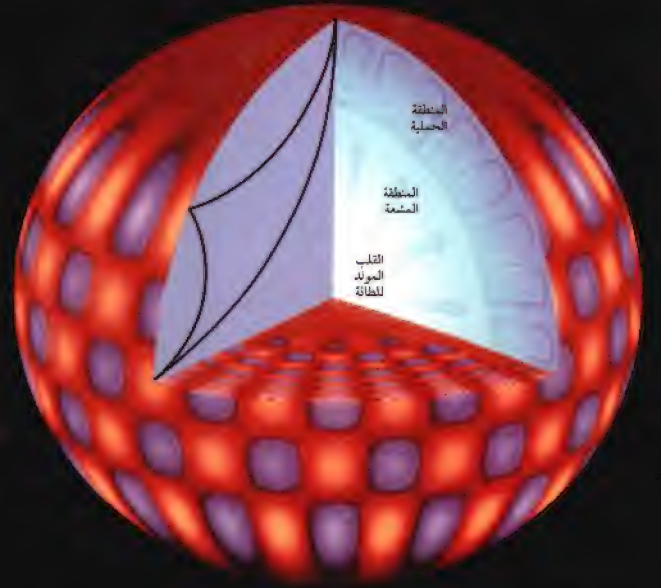
إلا أن الدراسات العلمية الحديثة التي أخذت بفكرة انكماش السديم وتحوله إلى شمس مُلتهية مُنيرة، رأت أن استمرار ذلك

وَمِنْ غَرِيبِ الْمُصَادَفَةِ أَنْ يَنْتَهِيَ الْعَالَمُ (فايساكر) فِي عَامِ 1938م، عَنْ طَرِيقِ دِرَاسَاتِهِ الْخَاصَّةِ لِلتَّفاعُلَاتِ النَّوَوِيَّةِ الَّتِي تَحْدُثُ فِي الشَّمْسِ، إِلَى نَفْسِ النَّيْجَةِ الَّتِي انْتَهَى إِلَيْهَا الْعَالَمُ (هانز بيته). كَمَا قَامَ كُلُّ مِنَ الْعَالَمَيْنِ الْمَذْكُورَيْنِ بِحِسَابِ مِقْدَارِ كَامِلِ الطَّاقَةِ الْحَرَارِيَّةِ النَّوَوِيَّةِ الْمُنتَظَلَّةِ مِنْ كُتْلَةِ الشَّمْسِ، مُعْتَمِدَيْنِ عَلَى الْقَانُونِ الرَّابِعِ مِنَ النَّظَرِيَّةِ النَّسَبِيَّةِ، وَقَارَنًا مَا تَوَصَّلَا إِلَيْهِ عَنْ طَرِيقِ الْحِسَابِ الرَّيَاضِيِّ مَعَ مَا يَصِلُ فِعْلًا مِنْ حَرَارَةِ وَضَوْءِ الشَّمْسِ إِلَى الْأَرْضِ، فَوَجَدَا تَطَابُقًا تَامًا بَيْنَهُمَا؛ الْأَمْرُ الَّذِي أَكَّدَ صِحَّةَ دِرَاسَتَيْهِمَا، وَإِثْبَاتَ الْقَانُونِ الَّذِي تَوَصَّلَ إِلَيْهِ كُلُّ مِنْهُمَا بِصُورَةٍ مُتَّفِرِّدَةٍ حَوْلَ ذَلِكَ الْأَمْرِ.

مَظَاهِرُ التَّفاعُلِ النَّوَوِيِّ فِي الشَّمْسِ

إِنَّ التَّفاعُلَ النَّوَوِيَّ Nuclear reaction الَّذِي يَحْدُثُ فِي الشَّمْسِ، يَنْتُجُ عَنْ دَمِجِ لِلذَّرَّاتِ؛ لِذَا فَهُوَ مُخْتَلِفٌ عَنْ التَّفاعُلِ النَّوَوِيِّ الَّذِي يُجْرِيهِ الْإِنْسَانُ عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ، وَالَّذِي يَنْتُجُ عَنْ تَفْكِكِ الذَّرَّاتِ.

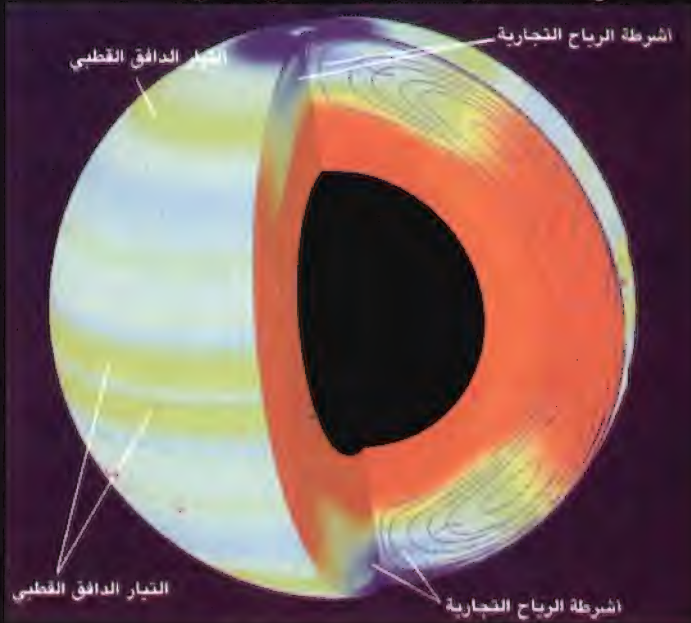
وَيَعَكْسُ التَّفاعُلُ النَّوَوِيُّ الْمُسْتَمِرُّ فِي الشَّمْسِ مَشَاهِدَ مُخْتَلِفَةً عَلَى سَطْحِهَا، لَا تُرَى وَاضِحَةً إِلَّا بِالْمِرَاقِبِ، يُسْتَنَتَى مِنْ ذَلِكَ الْبُقْعِ أَوْ الْكَلْفِ الشَّمْسِيِّ الَّتِي يُمَكِّنُ أَنْ تُرَى بِالْعَيْنِ الْمُجَرَّدَةِ مِنْ خَلْفِ مُرْشِحِ ضَوْئِيٍّ، كَالرُّجَاجِ الْقَاتِمِ، عِنْدَمَا يَكُونُ الْجَوُّ صَافِيًا، وَبِدُونِ مُرْشِحٍ لِلضَّوْءِ عِنْدَمَا يَكُونُ الْجَوُّ مُغْبَرًّا، فَيَبْدُو قُرْصُ الشَّمْسِ لِلْعَيْنِ بَاهِتًا. وَأَفْضَلُ فِتْرَةٍ لِرِصْدِ الشَّمْسِ، كَمِ نَرَى مَظَاهِرَ التَّفاعُلِ النَّوَوِيِّ فِيهَا، هِيَ فِتْرَةُ هَيَاجِ تِلْكَ التَّفاعُلَاتِ الَّتِي تَحْدُثُ مَرَّةً كُلَّ (11) سَنَةً، حَسَبَ مَا جَاءَ فِي عَمَلِيَّاتِ الرِّصْدِ الَّتِي تَمَّتْ خِلَالَ (209) أَعْوَامٍ، وَذَلِكَ فِيمَا بَيْنَ عَامِي (1760 - 1969)م. إِنَّمَا لَوْحِظَ حَدُوثُ دَوَّرَاتٍ شَادَّةٍ قَصِيرَةٍ لَمْ تَزِدْ مُدَّتُهَا عَلَى (7) سَنَوَاتٍ، وَحُدُوثُ دَوَّرَاتٍ شَادَّةٍ طَوِيلَةٍ؛ إِذْ لَمْ يَحْدُثْ هَيَاجٌ



تَقُومُ الْأَمْوَاجُ الصَّوتِيَّةُ الْمُمَثَّلَةُ هُنَا بِخُطُوطٍ سَوْدَاءَ دَاخِلِ الْمَقْطَعِ الْمَشْتَوِي بِالْعُطْبَيْنِ فِي كُلِّ مَكَانٍ مِنَ الشَّمْسِ. وَيُولَدُ هَذِهِ الْأَمْوَاجُ غَارًا سَاخِرًا بِتَحْرُكِ بَاضِطِرَابٍ دَاخِلِ مَنْطِقَةِ الْحَمْلِ الْوَاقِعَةِ فَوْقَ الْمَنْطِقَةِ الْمَشْعَةِ وَقَلْبِ الشَّمْسِ، وَفِيمَا تَسِيرُ الْأَمْوَاجُ الصَّوتِيَّةُ نَحْوَ مَرْكَزِ الشَّمْسِ فَأَنْهَا تَكْتَسِبُ سُرْعَةً وَتُكْسَرُ نَحْوَ الْخَلْفِ بِاتِّجَاهِ الْخَارِجِ. وَفِي الْوَقْتِ نَفْسِهِ يَعْكُسُ سَطْحُ الشَّمْسِ الْأَمْوَاجُ الَّتِي تَسِيرُ نَحْوَ الْخَارِجِ وَيُعِيدُهَا إِلَى الدَّخْلِ، وَهَكَذَا يَنْبُضُ النُّجْمُ كُلُّهُ، حَيْثُ تَنْبُضُ مَنَاطِقُ (البُقْعِ الْحُمْرَاءِ) نَحْوَ الدَّخْلِ وَالْأُخْرَى (البُقْعِ الزُّرْقَاءِ) نَحْوَ الْخَارِجِ.

وَلَمَّا جَاءَ الْعَالَمُ (آينشتاين) بِنَظَرِيَّتِهِ النَّسَبِيَّةِ الْخَاصَّةِ، الَّتِي أَثْبَتَ بِهَا تَحَوُّلَ الْكُتْلَةِ إِلَى طَاقَةٍ، فَتَحَتْ أَمَامَ الْعُلَمَاءِ آفَاقٌ جَدِيدَةً، أَطْلَقُوا مِنْهَا عَلَى الشَّمْسِ. وَفِي مُقَدِّمَةِ هَؤُلَاءِ الْعُلَمَاءِ (هانز بيته) الَّذِي قَامَ فِي عَامِ 1938م بِدِرَاسَةِ الشَّمْسِ، وَتَوَصَّلَ إِلَى أَنَّ مَصْدَرَ حَرَارَةِ الشَّمْسِ وَنُورِهَا هُوَ حَدُوثُ تَفاعُلَاتٍ نَوَوِيَّةٍ دَاخِلَ جُزْمِ الشَّمْسِ، تُؤَدِّي إِلَى دَمِجِ (4) نُوَيَّاتٍ مِنَ (الهيدروجين)، أَيْ (4) بروتوناتٍ، مُكَوَّنَةٌ نَوَاةً وَاحِدَةً مِنْ غَازِ (الهيليوم)، وَبِمَا أَنَّ كُتْلَةَ نَوَاةِ غَازِ (الهيليوم) هِيَ أَصْغَرُ مِنَ الْكُتْلَةِ الَّتِي أَلْفَتْهَا نُوَيَّاتُ غَازِ (الهيدروجين) الْأَرْبَعَةُ بِمِقْدَارِ (0.007)، فَإِنَّ هَذِهِ الْكُتْلَةَ الْفَائِضَةَ تَتَحَوَّلُ إِلَى طَاقَةٍ مِنَ الْحَرَارَةِ وَالنُّورِ، تُطَلِّقُهَا الشَّمْسُ نَحْوَ الْفَضَاءِ الْمُحِيطِ بِهَا وَبِمَجْمُوعَتِهَا الشَّمْسِيَّةِ.

حُقُولٌ مَغْنَاطِيْسِيَّةٌ هَائِلَةٌ، تَجْعَلُ حَرَارَةَ الْمِنْطَقَةِ الَّتِي تُسَيِّطُرُ عَلَيْهَا أَخْفَضَ مِمَّا يُجَاوِرُهَا بِحَوَالِي (2000) دَرَجَةِ مِئْوِيَّةٍ، مِمَّا يُؤَدِّي إِلَى إِضْعَافِ نُورِهَا وَبَرِيقِهَا، بِالْمُقَارَنَةِ مَعَ سَطْحِ الشَّمْسِ الْمُحِيطِ بِهَا، وَالَّذِي تَكُونُ حَرَارَتُهُ فِي حُدُودِ (6000) دَرَجَةِ مِئْوِيَّةٍ، فَتَبْدُو كَأَنَّهَا الْبُقْعُ الْمُظْلِمَةُ فِي صَفْحَةِ ذَلِكَ السَّطْحِ الْوَهَّاجِ.



يُمْكِنُ رَصْدُ الْأَحْوَالِ الْجَوِّيَّةِ عَلَى الشَّمْسِ بِالنَّظَرِ إِلَى الْجَرَيَانَاتِ الدَّاخِلِيَّةِ الْوَاسِعَةِ النُّطَاقِ الْمَقْيَسَةِ بِالْآلَةِ MDI الْمَحْمُولَةِ عَلَى مَتْنِ سَفِينَةِ الْفَضَاءِ (سوهو) مِنَ الشَّهْرِ 1996/5 إِلَى الشَّهْرِ 1997/5 وَتُسَمَّى الْمَنَاطِقُ الْحُمْرَاءُ إِلَى جَرَيَانَاتٍ أَسْرَعَ مِنْ مُتَوَسِّطِ سُرْعَةِ الْجَرَيَانَاتِ، أَمَّا الْمَنَاطِقُ الصَّفْرَاءُ فَجَرَيَانَاتُهَا أبطأ مِنَ الْمُعَدَّلِ، وَأَمَّا الْمَنَاطِقُ الزَّرْقَاءُ فَأَبْطَأُ جِدًّا، وَالْأَشْرَطُ الصَّفْرَاءُ مُتَجَدِّدَةٌ فِي أَعْمَاقِ الْبَقَاعِ الَّتِي تَتَحَرَّكُ بِحَرَكَةٍ أَسْرَعَ قَلِيلًا مِنْ سُرْعَةِ مَا يُجَاوِرُهَا، الْبُقْعُ الشَّمْسِيَّةُ هِيَ أَكْثَرُ مَا تَتَكَوَّنُ فِي حَافَاتِ هَذِهِ الْبَقَاعِ. وَتَظْهَرُ الْجَرَيَانَاتُ الْمُتَجَهَّةُ نَحْوَ الْقُطْبَيْنِ عَلَى شَكْلِ خُطُوطٍ دَاخِلِ الْمَقْطَعِ الْمُجْتَزَأِ. هَذَا وَإِنَّ «التَّيَّارَاتِ الدَّاخِلِيَّةِ» الْمَكْتَشَفَةَ حَدِيثًا تَتَحَرَّكُ بِسُرْعَةٍ تَتَجَاوَزُ 10% سُرْعَةَ مَا يُجَاوِرُهَا.

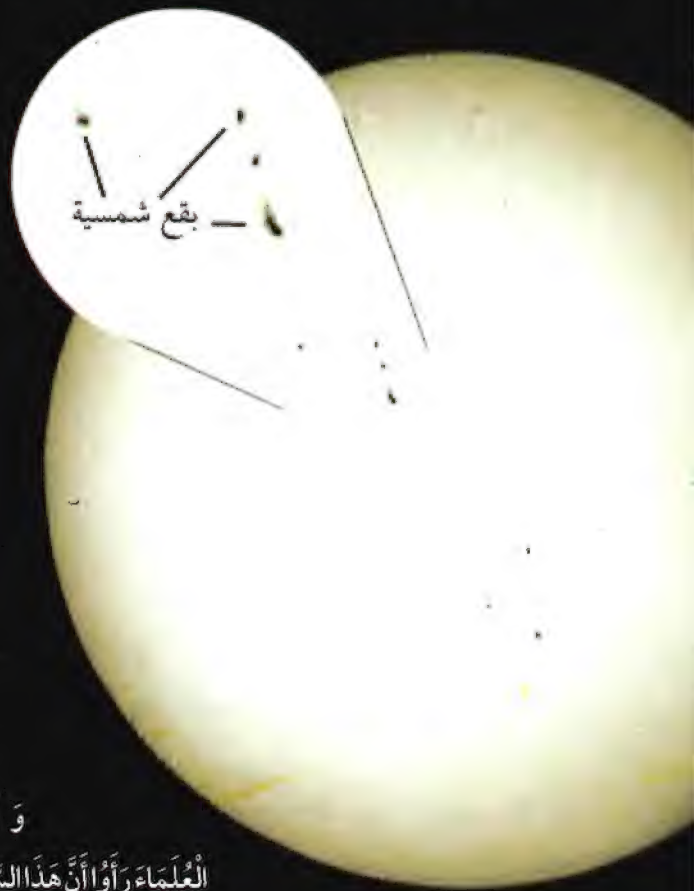
وَالْوَاقِعُ أَنَّهَا لَيْسَتْ بُقْعًا مُظْلِمَةً كَمَا نَرَاهَا، وَإِنَّمَا نُورُ سَطْحِ الشَّمْسِ الْمُبْهِرُ أَظْهَرَهَا هَكَذَا؛ وَلَوْ أَنَّه كَانَ مِنَ الْمُمْكِنِ عَزْلُهَا عَنْ ذَلِكَ السَّطْحِ، وَوَضْعُهَا مُنْفَرِدَةً فِي السَّمَاءِ، لَصَدَرَ عَنْهَا بَرِيقٌ يَفُوقُ نُورَ الْبَدْرِ بِمِثَالِ الْمَرَّاتِ. وَقَدْ تَبَيَّنَ عَنْ طَرِيقِ الرَّصْدِ بِالْمِرْقَبِ أَنَّ لِكُلِّ بُقْعَةٍ مُظْلِمَةٍ إِطَارًا يُحِيطُ بِهَا،

لِلتَّفَاعُلَاتِ إِلَّا بَعْدَ مُرُورِ (17) سَنَةٍ عَلَى فِتْرَةِ الْهِبَاجِ السَّابِقَةِ فِي الشَّمْسِ.

وَيُؤَدِّي هِجَاجُ التَّفَاعُلِ ذَلِكَ إِلَى تُمُوٍّ وَشِدَّةٍ الْأَحْدَاثِ الَّتِي تُرَافِقُهَا، وَالَّتِي تَتَضَحُّ لَنَا فِي خَمْسَةِ مَظَاهِرٍ أَسَاسِيَّةٍ، هِيَ:

(1) الْكَلْفُ أَوْ الْبُقْعُ الشَّمْسِيَّةُ Sunspots:

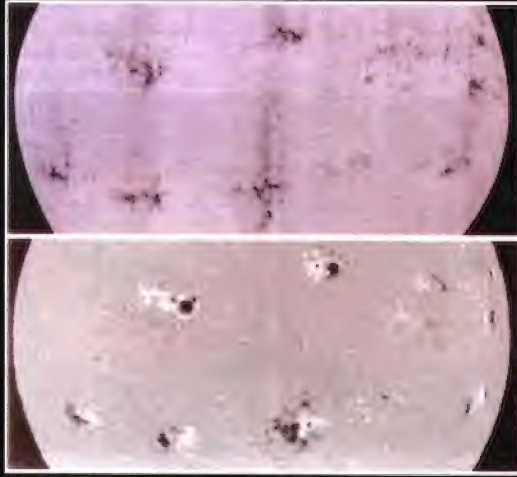
وَقَدْ دُعِيَ بِذَلِكَ لِأَنَّهَا تَبْدُو لِلرَّاصِدِ كَالْبُقْعِ الْمُظْلِمَةِ عَلَى صَفْحَةِ الشَّمْسِ الْمُشْرِقَةِ، أَوْ كَأَنَّهَا الْكَلْفُ الْقَاتِمُ فِي صَفَاءِ الْوَجْهِ الْأَبْيَضِ. وَقَدْ عُرِيَ تَشَكُّلُهَا فِي الْبِدَايَةِ إِلَى الدَّوَامَاتِ الْغَازِيَةِ الَّتِي تَحْدُثُ عَلَى سَطْحِ الشَّمْسِ بِسَبَبِ اخْتِلَافِ سُرْعَةِ دَوْرَانِهَا الْمَحْوَرِيِّ، وَانْزِلَاقِ الْغَازَاتِ مِنْ مِثْلَةِ خَطِّ الْإِسْتِوَاءِ، حَيْثُ السَّرْعَةُ الْأَكْبَرُ، بِاتِّجَاهِ الْقُطْبَيْنِ حَيْثُ السَّرْعَةُ الْأَقْلَى.



وَلَكِنْ

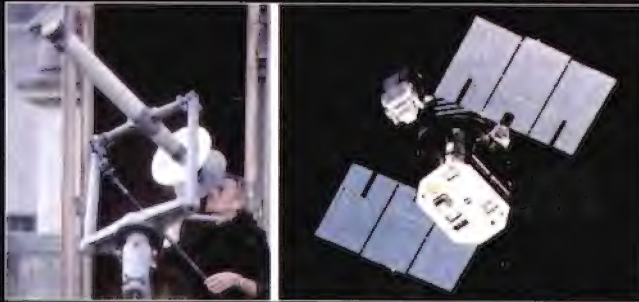
الْعُلَمَاءُ رَأَوْا أَنَّ هَذَا السَّبَبَ

وَحْدَهُ غَيْرُ كَافٍ لِإِحْدَاثِ مِثْلِ تِلْكَ الْبُقْعِ، وَأَنَّ السَّبَبَ الْأَسَاسِيَّ لَهَا هُوَ نَشَاطُ التَّفَاعُلَاتِ النَّوَوِيَّةِ الَّتِي تَتِمُّ فِي الشَّمْسِ، وَالَّذِي تَنْتُجُ عَنْهُ

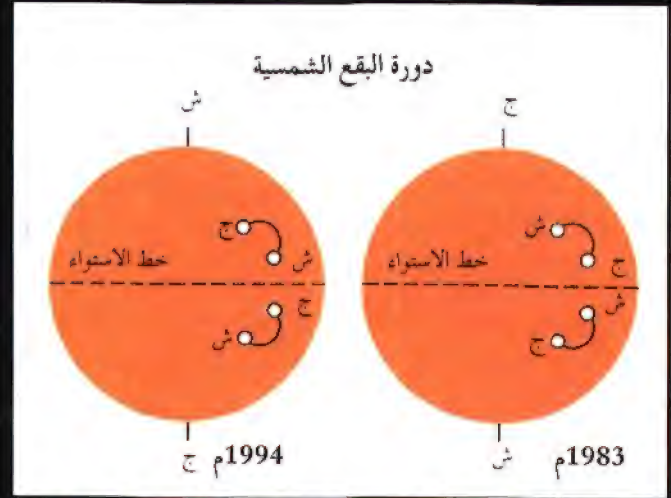


تحتجز خطوط الحقل المغناطيسي دَفَقَات هائلة مِنْ غازٍ ساخنٍ وموَّينٍ في الجَوْ الشَّمْسِي، أو الإكليل الشَّمْسِي، وهي تَظْهَرُ كخطوطٍ مُظْلِمَةٍ في الصُّورِ الفوتوغرافيَّة لِلشَّمْسِ المأخوذة بالضوء فوق البنفسجي القصير الموجة (الأعلى) وتبرز أكبر الدَفَقَات من مناطق الكُلف الشَّمْسِيَّة. وتُبين صورةً مغناطيسيَّةً لِلشَّمْسِ أُخِذَتْ في نفس الوقت الحَقول المغناطيسيَّة الشديدة المِرَافقة للدَفَقَات (في الأسفل)، وتُمثل المناطق المظلمة والمضيئة قطبيَّين مغناطيسيَّين مُتعاكِسين، وتحدث أقوى الحَقول في المناطق الثنائية القطب النشطة.

أَمَّا الكُلف الصَّغِيرَةُ فَلَا تَلْبَثُ أَنْ تَخْتَفِي بَعْدَ سَاعَاتٍ أَوْ أَيَّامٍ قَلِيلٍ، لِوُقُوعِهَا تَحْتَ سَبْطَرَةِ تياراتِ الحِمْلانِ الحَارَّةِ الَّتِي تَنفُذُ إِلَيْهَا، مُكْتَسِحَةً طاقَتَهَا المَغْناطيسيَّة، ومُعِيدَةً إِلَيْهَا حَرَارَتَهَا ونُورَهَا السَّابِقَيْنِ، مُفسِّحةً المَجَالِ أَمَامَ تَشَكُّلِ كُلفٍ أُخْرَى صَغِيرَةٍ تَحِلُّ مَحَلَّهَا فِيمَا بَعْدُ.



يُزَادُ تَعْقِيدُ المَقَارِبِ الشَّمْسِيَّةِ عَلَى نَحْوِ مُطَرِدٍ، ففي الخَمْسِينِيَّاتِ مِنَ القَرْنِ الثَّاسِعِ عَشَرَ أُجْرِيَ (وولف) أولُ قِياساتٍ منهجيةٍ لِدَوْرَةِ الكُلفِ الشَّمْسِيَّةِ ثُمَانِيْنِيَّاتِ القَرْنِ العِشْرِينَ أُنْجِزَ القَمَرُ الصَّناعِي SMM (اليَمِين) قِياساتٍ دَقِيقَةً بِالْأَرْضِ وتَحْطِمُ في 2/ كانون الأول عام 1989م، حيثُ اخْتَلَّ مَدَارُهُ بِسَبَبِ تَمَدُّدِ الطَّبَقَةِ العُلْيَا من جَوِ الْأَرْضِ نَتِيجَةً السُّيُوتِ الْعَالِيَةِ مِنَ النِّشَاطِ الشَّمْسِيِّ الَّذِي كَانَ القَمَرُ يُرَاقِبُهُ.



يَزِيدُ عَدَدُ البُقَعِ الشَّمْسِيَّةِ خِلالَ دَوْرَةِ البُقَعِ الشَّمْسِيَّةِ الَّتِي تَحْدُثُ بِمُعَدَّلٍ مَرَّةٍ وَاحِدَةٍ كُلَّ 11 سَنَةٍ ثُمَّ يَتَنَاقُصُ بَعْدَ ذَلِكَ. وَعِنْدَمَا تَبْدَأُ الدَّوْرَةُ التَّالِيَةُ تُنْعَكِشُ المَجَالَاتُ المَغْناطيسيَّةُ لِلشَّمْسِ وَلِلْبُقَعِ الشَّمْسِيَّةِ. لِذَلِكَ فَإِنَّ الشَّمْسَ تَخْتَانِجُ إِلَى دَوْرَتَيْنِ (حوالي 22 سنة) لِإِكْمَالِ التَّغْيِيرَاتِ فِي المَجَالَاتِ المَغْناطيسيَّةِ.

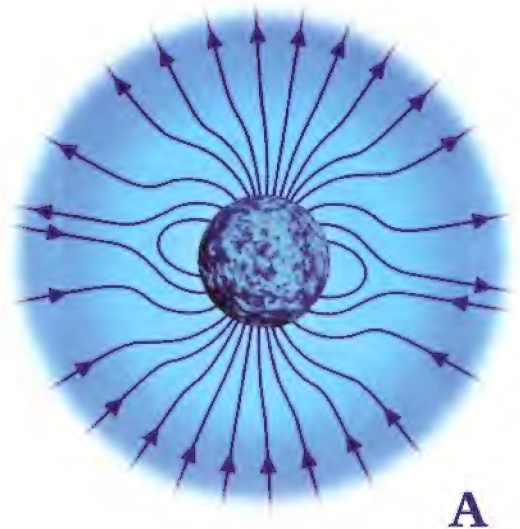
وَتُحَاوَلُ تياراتُ الحِمْلانِ الحَارَّةِ الصَّاعِدَةُ مِنْ بَاطِنِ الشَّمْسِ أَنْ تَقْضِي عَلَى الطَّاقَةِ المَغْناطيسيَّةِ لِلْبُقَعَةِ، وَأَنْ تُعِيدَ لَهَا حَرَارَتَهَا ونُورَهَا السَّابِقَيْنِ، لَوْلَا أَنَّ كَبَرَ حَجْمِ وَرُقْعَةِ تِلْكَ البُقَعِ يَحُولُ دُونَ ذَلِكَ، وَبِخَاصَّةٍ عِنْدَمَا يَصِلُ اتِّسَاعُ سَطْحِ الكُلفَةِ الْوَاحِدَةِ إِلَى (800 كم) 2، وَأَخْيَانًا إِلَى (8000 كم) 2، وَفِي حَالَاتٍ خَاصَّةٍ إِلَى (15000 كم) 2؛ إِذْ تَكُونُ الطَّاقَةُ المَغْناطيسيَّةُ فِيهَا كَبِيرَةً وَقَوِيَّةً لِدَرَجَةٍ تَسْتَطِيعُ مَعَهَا أَنْ تُبْعِدَ عَنْهَا مَسَارَ تِلْكَ التَّياراتِ الحَامِلَةِ لِلْجُزْئِيَّاتِ المَشْحُونَةِ بِالْكَهْرَبَاءِ وَالْحَرَارَةِ، لِذَا نَجِدُ أَنَّ مِثْلَ تِلْكَ الكُلفِ يَدُومُ أَسَابِيعَ، وَقَدْ يَدُومُ لِمُدَّةٍ شَهْرٍ أَوْ شَهْرَيْنِ، ثُمَّ لَا يَلْبَثُ أَنْ يَتَشَكَّلَ فِي مَكَانِهَا، أَوْ فِي مَكَانٍ آخَرَ، كُلفٌ جَدِيدَةٌ تَحِلُّ مَحَلَّ الكُلفِ الَّتِي اخْتَفَتْ.

وَيَنْحَصِرُ تَشَكُّلُ الْكُلْفِ الشَّمْسِيَّةِ فِيمَا بَيْنَ خَطِّ الْإِسْتَوَاءِ الشَّمْسِيِّ وَدَرَجَةِ عَرْضِ (40°) شَمَالاً وَجَنُوباً فِيهَا، حَيْثُ تَكُونُ الدَّوْرَةُ الْمَحْوَرِيَّةُ لِهَذَا الْجُزْءِ مِنْ جُزْمِ الشَّمْسِ الْغَازِيِّ عَلَى أَشَدِّهَا كَمَا رَأَيْنَا. كَمَا تُؤَلَّدُ الْكُلْفُ أَرْوَاجاً، إِذْ يُلَاحَظُ دَائِماً أَنَّهُ يُوجَدُ خَلْفَ كُلِّ كُلْفَةٍ كَبِيرَةٍ كُلْفَةٌ صَغِيرَةٌ.

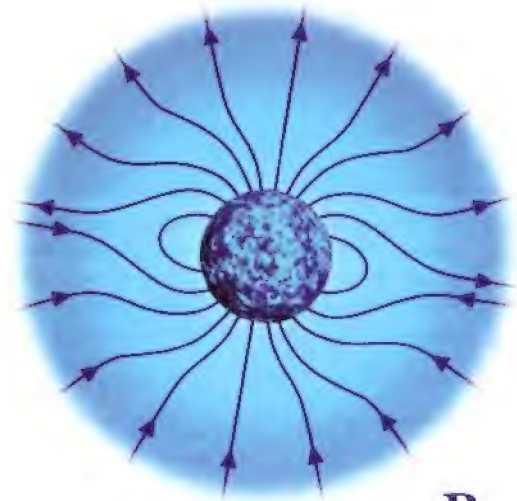
(2) الرُّقْعُ الْمُتَوَهَّجَةُ Solar flares :

تُظْهِرُ الْمَرَاقِبُ، وَالصُّوَرُ الْمُتَقَطَّعَةُ، بِوَسَاطَتِهَا، لِلطَّبَقَةِ الْمُضِيئَةِ فِي الشَّمْسِ، وَجُودَ رُقْعٍ مُتَوَهَّجَةٍ تُرَافِقُ الْبُقْعَ الشَّمْسِيَّةَ، وَأَنَّ عَدَدَهَا يَزْدَادُ، وَرُقْعَتُهَا تَتَسَّعُ فِي فِتْرَةِ هَيْجِ الشَّمْسِ وَنَشَاطِ التَّفَاعُلِ النَّوَوِيِّ فِيهَا. وَتَظَلُّ تِلْكَ الرُّقْعُ الْمُتَوَهَّجَةُ مَرَّتِيَّةً لِعِدَّةِ أَسَابِيغٍ بَعْدَ اخْتِفَاءِ الْبُقْعِ الَّتِي كَانَتْ تُجَاوِرُهَا، ثُمَّ لَا تَلْبُثُ أَنْ تَخْتَفِيَ مَعَ تَنَاقُصٍ أَوْ اخْتِفَاءِ الْبُقْعِ الشَّمْسِيَّةِ. وَقَدْ بَيَّنَّتِ الدَّرَاسَاتُ أَنَّهَا مَنَاطِقٌ خَضَعَتْ لِتَسْحُنٍ شَدِيدٍ، مَنَحَهَا ذَلِكَ التَّوَهُّجَ الْمُمَيَّزَ.

وَمَعَ خَفَةِ الْهَيْجِ الشَّمْسِيِّ عَاماً بَعْدَ عَامٍ، يَخْفُ تَشَكُّلُ الْبُقْعِ الشَّمْسِيَّةِ. وَعِنْدَمَا تَصِلُ الشَّمْسُ إِلَى مَرَحَلَةِ الْهُدُوءِ النَّسْبِيِّ، تَخْتَفِي الْكُلْفُ مِنْ وَجْهِ الشَّمْسِ، أَوْ تَكَادُ، وَيَعُودُ لَهُ صَفَاؤُهُ وَنَقَاؤُهُ.



A



B

كَانَ الْحَقْلُ الْمِغْنَطِيسِيُّ لِلشَّمْسِ، الَّذِي تَوَقَّعَهُ الْعُلَمَاءُ قَبْلَ أَوَّلِيس (A) يُفْتَرَضُ أَنَّ خُطُوطَ الْقُوَّةِ فِيهِ تَتَكَثَّفُ فَوْقَ الْقُطْبَيْنِ الشَّمَالِيِّ وَالْجَنُوبِيِّ لِلشَّمْسِ وَلَكِنَّ الْقِيَاسَاتِ الَّتِي حَصَلَتْ عَلَيْهَا مِنَ الْمَرَكَبَةِ (سُوهُو) خِلَالَ مِلَاحَتِهَا كَشَفَتْ أَنَّ الْمَسَافَاتِ بَيْنَ خُطُوطِ الْحَقْلِ الْمِغْنَطِيسِيِّ الْمُتَالِيَةِ مُتَسَاوِيَةٌ تَقْرِيباً بِغَضِّ النَّظَرِ عَنِ خَطِّ الْعَرْضِ الشَّمْسِيِّ (B).

(3) أَلْسِنَةُ اللَّهَبِ وَالْأَقْوَاسِ النَّارِيَّةِ Loop

: prominence

تُصَوِّرُ صُورَةُ الْأَشْعَةِ السَّيْنِيَّةِ هَذِهِ، الَّتِي تَقْلُقُهَا سَاطِعَةُ
الْفَضَاءِ بِوَسْطِهَا، تِلْكَ سَاطِعَةُ (مُرْتَبِطَةٌ بِالْبُقْعِ
الشَّمْسِيِّ)، وَآخَرَى مَعْتَمِدَةُ (النَّظَرِ الْإِطْلَاقِي الْقُطْبِي).

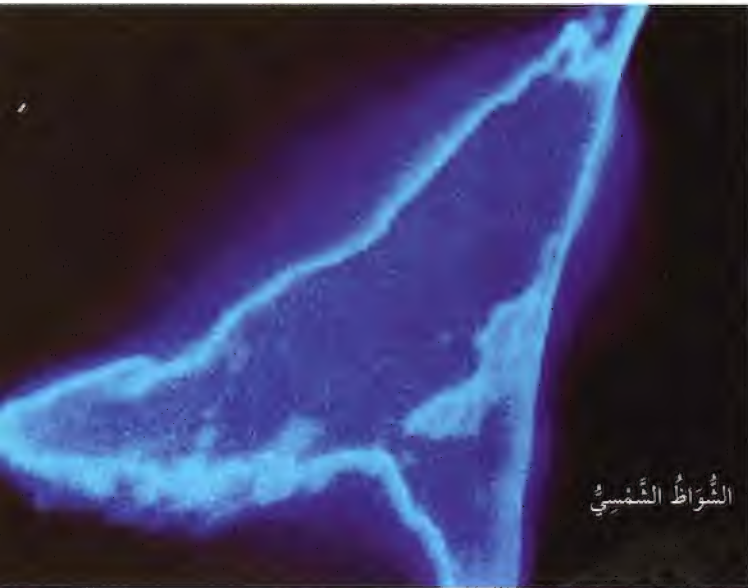


(785000) كم.

(4) الشواظ الشمسي Prominence :

وهو أحد مظاهر الهياج الشمسي المرتبط بحقول مغناطيسية قائمة في مناطق محدودة من الطبقتين الملونة والمضيئة من طبقات الشمس.

ويبدو ذلك الشواظ على شكل كتل غازية مضيئة، تلاحظ في الطبقة التاجية من الشمس، وقد قُذِفَتْ بعيداً عنها إلى مسافة تزيد أحياناً على (500) ألف كم، ليتبدد بعضها في الفضاء، بينما يرتد بعضها الآخر إلى سطح الشمس على شكل همرات أو كتل من الوهج. ويلاحظ أن قسماً من الشواظ يظل مرئياً في الفضاء حول الشمس لمدة عدة ساعات، وأحياناً يدوم عدة أيام، وكأنه يسبح في ذلك الفضاء.



(5) الشعلات Faculae :

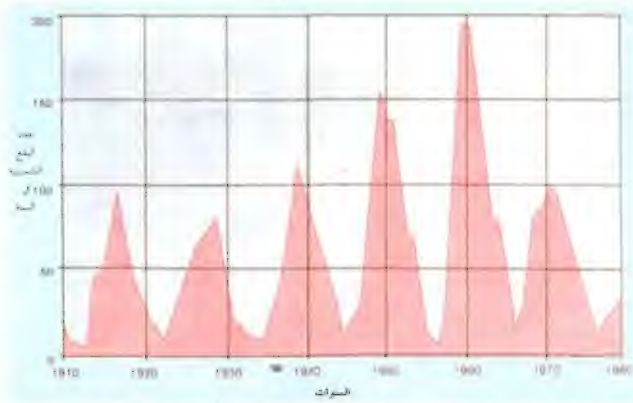
وهي تلاحظ في الطبقة التاجية من الشمس أيضاً، وتكون على شكل كتل غازية مضيئة تُقَذَفُ بعيداً عن الشمس؛ ولأنها أقل حرارة من الشواظ، فإنها تبدو خافتة الضوء بالمُقارَنة معه، حتى لتبدو إذا ما لزمته أحياناً كأنها أجزاء مظلمة تندفع بجواره.



سطح الشمس دائم الاضطراب والصخب، إنما يلاحظ أن ذلك الاضطراب يزداد ويشتد خلال فترة الهياج الشمسي. ومن أهم مظاهر الاضطراب الشديد اندفاع الألسنة من اللهب، قاعدة كل منها تزيد مساحتها على عدة ملايين الكيلومترات المربعة. وتبلغ تلك الألسنة ارتفاعات كبيرة، إذ يتجاوز بعضها مسافة (350) ألف كم. كما أن اندفاعها يكون خاطفاً، إذ تبلغ الارتفاع الذي ذكرناه في مدة لا تزيد على (30) دقيقة، وما أن تتلاشى، حتى يظهر غيرها.

وقد تنطلق تلك الألسنة على شكل فوارات عمودية من اللهب، بينما يتخذ بعضها شكل أقواس نارية. وتكون بعض الأقواس من الطول والضخامة إلى درجة تنعطف معها باتجاه سطح الشمس، حيث تتصل به مؤلفة قنطرة مهيبة رائعة. وقد حدث مثل هذا الأمر مرة في (29) أيار عام 1919م، حيث امتد قوس ناري من سطح الشمس، وأخذ يستطيل ويقترب عند نهايته من ذلك السطح؛ وقد بلغ طوله يومها (565000) كم، متخذاً شكل الحيوان المسمى (أكل النمل)، لذا أطلق عليه اسم (قوس أكل النمل). ثم ما لبث أن ارتد عن سطح الشمس مُندفعاً نحو الفضاء، وظل يستطيل في اندفاعه حتى بلغ ارتفاعه عن سطح الشمس

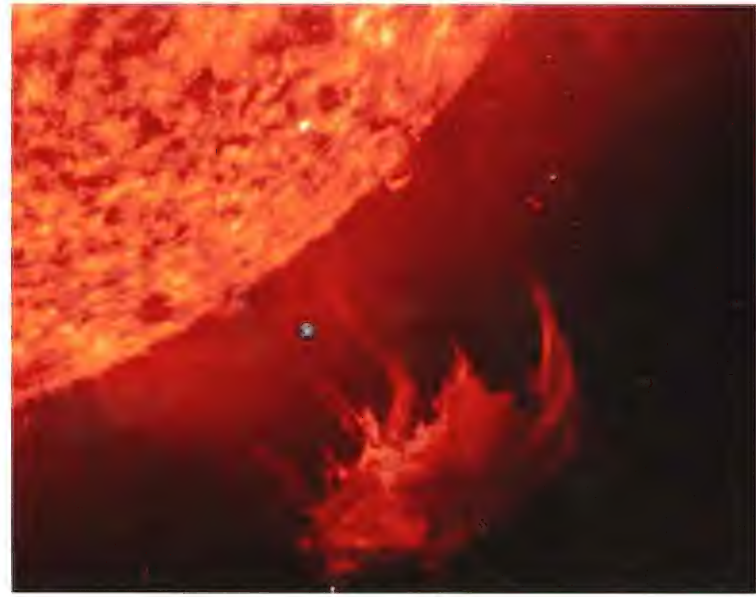
وَالرُّبُوبِ وَالْعِظَامِ وَالرُّوْمَاتِيْزِمِ بِشَكْلِ خَاصٍّ . وَيَرَوْنَ أَنَّ سِرَّ ذَلِكَ يَكْمُنُ فِيْمَا يُرَافِقُ هِيَاجَ الشَّمْسِ مِنْ إِشْعَاعَاتٍ تَبْعَثُ بِهَا بِاتِّجَاهِ كَوَاكِبِهَا، وَمِنْهَا الْأَرْضُ، وَالَّتِي يَصِلُ بَعْضُهَا خِلَالَ دَقَائِقَ إِلَيْنَا، قَاطِعًا الْمَسَافَةَ بَيْنَ الشَّمْسِ وَالْأَرْضِ بِسُرْعَةِ الضَّوِّ، أَيْ بِسُرْعَةِ (300.000) كَمِ فِي الثَّانِيَةِ، بَيْنَمَا لَا يَصِلُ بَعْضُهَا إِلَّا فِي غُضُونِ سَاعَاتٍ أَوْ أَيَّامٍ.



مُنْحَنِي بَيَانِي يُوضِحُ الْعِلَاقَةَ بَيْنَ عَدَدِ الْبُقَعِ الشَّمْسِيَّةِ وَالسَّنَوَاتِ.

وَتَضُمُّ الْإِشْعَاعَاتُ السَّرِيعَةَ الضَّوِّ الْمَرْتِي، وَالْأَشْعَةَ الْبَنْفَسَجِيَّةَ وَفَوْقَ الْبَنْفَسَجِيَّةِ، وَأَشْعَةَ سِينِيَّةَ، وَالْأَشْعَةَ فَوْقَ الْحُمْرَاءِ، وَالْأَشْعَةَ الرَّادِيَوِيَّةَ. أَمَّا الْإِشْعَاعَاتُ ذَاتُ السَّرْعَةِ الْأَبْطَأِ فَتَتَأَلَّفُ مِنْ سُحُبٍ غَازِيَّةٍ شَمْسِيَّةٍ مَشْحُونَةٍ بِالْكَهْرَبَاءِ. وَيُجْمَعُ الْعُلَمَاءُ عَلَى أَنَّ أَحْدَاثًا طَبِيعِيَّةً كَثِيرَةً يَزْدَادُ حَدُوثُهَا، كَمَا تَزْدَادُ فَاعِلِيَّتُهَا خِلَالَ سِنِي الْهِيَاجِ الشَّمْسِيِّ، مِنْ ذَلِكَ: اَزْدِيَادُ الشَّفَقِ الْقُطْبِيِّ، وَاتِّسَاعُ رُقْعَةِ ظُهُورِهِ، وَاضْطِرَابُ الطَّبَقَةِ الْمُتَابِيَةِ الْمُحِيطَةِ بِالْغُلَافِ الْجَوِّيِّ الْأَرْضِيِّ، وَالَّتِي تَعَكِّسُ مَوْجَاتِ الْبَثِّ الْإِذَاعِيِّ مِمَّا يُؤَدِّي إِلَى انْقِطَاعِ الْبَثِّ أَوْ تَشَوُّشِهِ، وَتَغْيِيرُ شِدَّةِ التِّيَّارَاتِ الْكَهْرَبَائِيَّةِ الْمُحِيطَةِ بِالْأَرْضِ، وَازْدِيَادُ الْإِشْعَاعِ الشَّمْسِيِّ مِمَّا يُؤَدِّي إِلَى زِيَادَةِ تَكْهَرُّبِ السُّحُبِ الْغَازِيَّةِ فِي جَوِّ الْأَرْضِ.

وَقَدْ قَامَ الدُّكْتُورُ مُحَمَّدٌ عَلِيٌّ الْمَغْرِبِيُّ، أَسْتَاذُ الْفَلَكَ وَمُدِيرُ مَرْصِدِ (حَلَوَان) فِي مِصْرَ، بِإِحْصَاءِ أَكْثَرِ مِنْ (100)

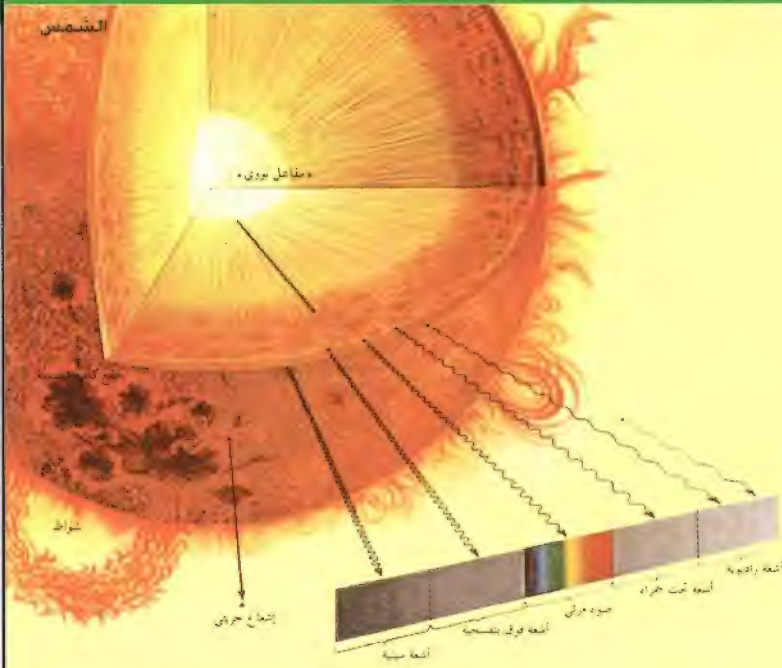


حُجْمُ الشُّعْلَاتِ مُقَارَنَةً بِحُجْمِ الْأَرْضِ.

آثَارُ فِتْرَاتِ الْهِيَاجِ الشَّمْسِيِّ فِي الْأَرْضِ

يَرَى عَدَدٌ مِنَ الْعُلَمَاءِ الْمُهِتَمِّينَ بِدِرَاسَةِ الشَّمْسِ أَنَّ هُنَاكَ عِلَاقَةً بَيْنَ فِتْرَاتِ هِيَاجِ الشَّمْسِ وَبَيْنَ الْاضْطِرَابَاتِ الَّتِي تَنْتَابُ الْأَرْضَ وَجَوَّهَا، وَحَتَّى الْإِنْسَانَ الَّذِي يَعِيشُ عَلَيْهَا. فَبَيْنَ الْفِتْرَاتِ الَّتِي بَلَغَ الْهِيَاجُ الشَّمْسِيُّ أَوْجَهُ، وَالَّتِي اتَّفَقَتْ مَعَ السَّنَوَاتِ التَّالِيَةِ: (1778 - 1788 - 1804 - 1816 - 1830 - 1837 - 1848 - 1860 - 1871 - 1883 - 1894 - 1905 - 1917 - 1928 - 1937 - 1940 - 1948 - 1952 - 1958) م، اتَّفَقَ حَدُوثُ ثَوَرَاتٍ كَبِيرَةٍ فِي الْعَالَمِ، فِي أَوْقَاتٍ قَرِيبَةٍ مِنْ تِلْكَ النَّهَائِيَاتِ، كَالثَّوَرَةِ الْأَمِيرِكِيَّةِ، وَالثَّوَرَةِ الْفَرَنْسِيَّةِ، وَالثَّوَرَةِ الرُّوسِيَّةِ، وَالثَّوَرَةِ النَّازِيَّةِ، وَالثَّوَرَةِ الْمِصْرِيَّةِ، وَالثَّوَرَةِ الْعِرَاقِيَّةِ، وَالثَّوَرَةِ الْبَاكِسْتَانِيَّةِ، وَالثَّوَرَةِ السُّودَانِيَّةِ.

وَيَرَى الْعَالِمُ الْفَلَكَيُّ (جورج جامو)، كَمَا يَرَى عَدَدٌ آخَرٍ مِنَ الْعُلَمَاءِ الْفَلَكَ وَالطَّبِّ الْفَرَنْسِيِّينَ، بِنَتِيجَةِ مَلاحَظَاتِهِمُ الطَّوِيلَةِ، أَنَّ لِذَلِكَ الْهِيَاجِ تَأْثِيرًا عَلَى أَعْصَابِ الْبَشَرِ وَأَجْسَادِهِمْ بِصُورَةٍ عَامَّةٍ، وَعَلَى الْمَرَضَى الْمُصَابِينَ بِمَرَضِ الْأَعْصَابِ



حَادِثَةٌ طَبِيعِيَّةٌ، ضَمَّنَهَا كِتَابُهُ (الْكَلْفُ الشَّمْسِيُّ)، خَرَجَتْ عَنْ نِطاقِ الْوَضْعِ الْمَأْلُوفِ عِنْدَمَا اتَّفَقَ حُدُودُهَا مَعَ فِتْرَةِ هَيَاجِ الشَّمْسِ الَّذِي حَدَثَ خِلَالَ أَعْوَامِ (1946 - 1949) م؛ وَكَانَ مِنْ بَيْنِهَا: ازْدِيَادُ الزَّلَازِلِ الْمُدمِّمَةِ، وَالتَّوَرَاتِ الْبُرْكَانِيَّةِ الْمُتَلَاخِقَةِ، وَالْعَوَاصِفِ الْكَاسِحَةِ، وَالْفَيْضَانَاتِ الْجَارِفَةِ، وَهَطُولُ أَمْطَارٍ فِي غَيْرِ أَوَانِهَا، وَحُدُوثُ جَفَافٍ فِي مَنَاطِقَ رَطْبَةٍ، وَظُهُورُ رُطُوبَةٍ زَائِدَةٍ فِي مَنَاطِقَ جَافَةٍ، إِلَى غَيْرِ ذَلِكَ مِنَ الْأَحْدَاثِ الْمُثِيرَةِ لِلْإِتْبَاهِ، وَالدَّاعِيَةِ لِلِاسْتِعْرَابِ.

الإشعاع الشمسي Solar radiation

تُعَدُّ الشَّمْسُ فُرْنًا نَوْبِيًّا طَبِيعِيًّا هَائِلًا، يَشُعُّ الْحَرَارَةَ وَالنُّورَ لِيَتَغَمَّرَ بِهِمَا كَوَاكِبُ الْمَجْمُوعَةِ الشَّمْسِيَّةِ وَتَوَابِعُهَا، وَمَا يَدُورُ فِي فَلَكِ الشَّمْسِ مِنْ مُذَبَّاتٍ وَكُويْكَبَاتٍ، بِدَرَجَاتٍ مُتَفَاوِتَةٍ الشَّدَّةِ وَالضَّعْفِ، حَسَبَ قُرْبِ كُلِّ جُزْمٍ مِنْ تِلْكَ الْأَجْرَامِ مِنَ الشَّمْسِ أَوْ بُعْدِهِ عَنْهَا.

وَيُقَسَّمُ إِشْعَاعُ الشَّمْسِ إِلَى ثَلَاثَةِ أَقْسَامٍ هِيَ:

(1) الْأَشْعَةُ تَحْتَ الْحُمْرَاءِ Infrared :

وَهِيَ أَشْعَةُ حَرَارِيَّةٍ، تُعَادِلُ نِسْبَتُهَا (53 %) مِنْ مُجْمَلِ أَشْعَةِ الشَّمْسِ.

(2) الْأَشْعَةُ الْكَهْرَطَبِيسِيَّة Electromagnetism :

وَتَتَكَوَّنُ مِنَ الضَّوِّ الْمَرْتَبِيِّ، وَالضَّوِّ أَوْ الْأَشْعَةِ الْبَنْفَسَجِيَّةِ، وَالضَّوِّ أَوْ الْأَشْعَةِ فَوْقَ الْبَنْفَسَجِيَّةِ، وَمِنْ الْأَشْعَةِ السَّيْنِيَّةِ، وَأَشْعَةِ (غاما)، وَالْأَشْعَةِ فَوْقَ الْحُمْرَاءِ، وَالْمَوْجَاتِ الرَّادِيَوِيَّةِ. وَكُلُّهَا تَنْطَلِقُ مِنَ الشَّمْسِ بِسُرْعَةِ الضَّوِّ، أَيْ بِسُرْعَةِ (300) أَلْفَ كِيلُومِترٍ فِي الثَّانِيَّةِ، قَاطِعَةً الْمَسَافَةَ بَيْنَ الشَّمْسِ وَالْأَرْضِ خِلَالَ (8) دَقَائِقٍ. وَيُشَكِّلُ مُجْمَلُ هَذِهِ الْأَنْوَاعِ ذَاتِ الْإِشْعَاعِ الضَّوِّيِّ (38 %) مِنْ كَامِلِ إِشْعَاعِ الشَّمْسِ.

وَلَمَّا كَانَ اللَّوْنُ الْأَزْرَقُ أَكْثَرَ الْأَلْوَانِ تَشْتُّا فِي الْغِلَافِ

الْجَوِّي الْأَرْضِيِّ، كَانَ لَوْنُ هَذَا الْغِلَافِ أَزْرَقَ. أَمَّا الْأَشْعَةُ الْبَنْفَسَجِيَّةُ وَالْأَشْعَةُ فَوْقَ الْبَنْفَسَجِيَّةِ فَتُشَكِّلُ (9 %) مِنْ مُجْمَلِ إِشْعَاعِ الشَّمْسِ.

وَتَمْتَصُّ طَبَقَةُ (الْأَوْرُون) الْمَوْجُودَةُ فِي أَعَالِي طَبَقَاتِ جَوِّ الْأَرْضِ مُعْظَمَ الْأَشْعَةِ الْبَنْفَسَجِيَّةِ وَفَوْقَ الْبَنْفَسَجِيَّةِ الْقَاتِلَتَيْنِ. وَلَا يَصِلُ إِلَى سَطْحِ الْأَرْضِ مِنْهُمَا إِلَّا الْقَدْرُ الْيَسِيرُ الَّذِي تَحْتَاجُ إِلَيْهِ الْأَجْسَامُ الْحَيَّةُ وَالضَّرُورِيُّ لِنُمُوحَا وَاسْتِمْرَارِ حَيَاتِهَا.

(3) إِشْعَاعَاتٌ مَكْهَرَبَةٌ Particle radiants :

وَتَتَأَلَّفُ مِنْ جُزَيْنَاتٍ تَحْمِلُ شُحُنَاتٍ كَهْرَبَائِيَّةٍ، وَتَكُونُ عَلَى شَكْلِ سُحْبٍ غَازِيَّةٍ مَشْحُونَةٍ بِالْكَهْرَبَاءِ، تَنْطَلِقُ مِنَ الشَّمْسِ بِاتِّجَاهِ الْكَوَاكِبِ، وَمِنْهَا كُوكَبُنَا، بِسُرْعَةٍ تَقِلُّ عَنْ سُرْعَةِ الضَّوِّ؛ لِذَا فَإِنَّ بَعْضَهَا لَا يَصِلُ إِلَى جَوِّ الْأَرْضِ إِلَّا بَعْدَ مُرُورِ عِدَّةِ سَاعَاتٍ، بَيْنَمَا يَحْتَاجُ بَعْضُهَا الْآخَرُ إِلَى عِدَّةِ أَيَّامٍ كَيَّ يَصِلَ. وَقَدْ قَدَّرَ الْعُلَمَاءُ مِقْدَارَ مَا يَصِلُ إِلَى سَطْحِ الْأَرْضِ مِنَ الْأَشْعَةِ الْكَهْرَطَبِيسِيَّةِ وَالْأَشْعَةِ تَحْتَ الْحُمْرَاءِ بِجُزْءٍ وَاحِدٍ مِنْ مِلْيُونِ جُزْءٍ مِمَّا تُطْلِقُهُ الشَّمْسُ فِي الْفَضَاءِ الْمُحِيطِ بِهَا مِنْهُمَا، أَمَّا الْبَاقِي فَيَتَبَدَّدُ فِي ذَلِكَ الْفَضَاءِ الْقَائِمِ بَيْنَ الشَّمْسِ وَكَوَاكِبِهَا.

الشمسية التي تصل إلى سطح الأرض على جزء واحد من (2000) مليون جزء حراري قدر به (4) ملايين طن .

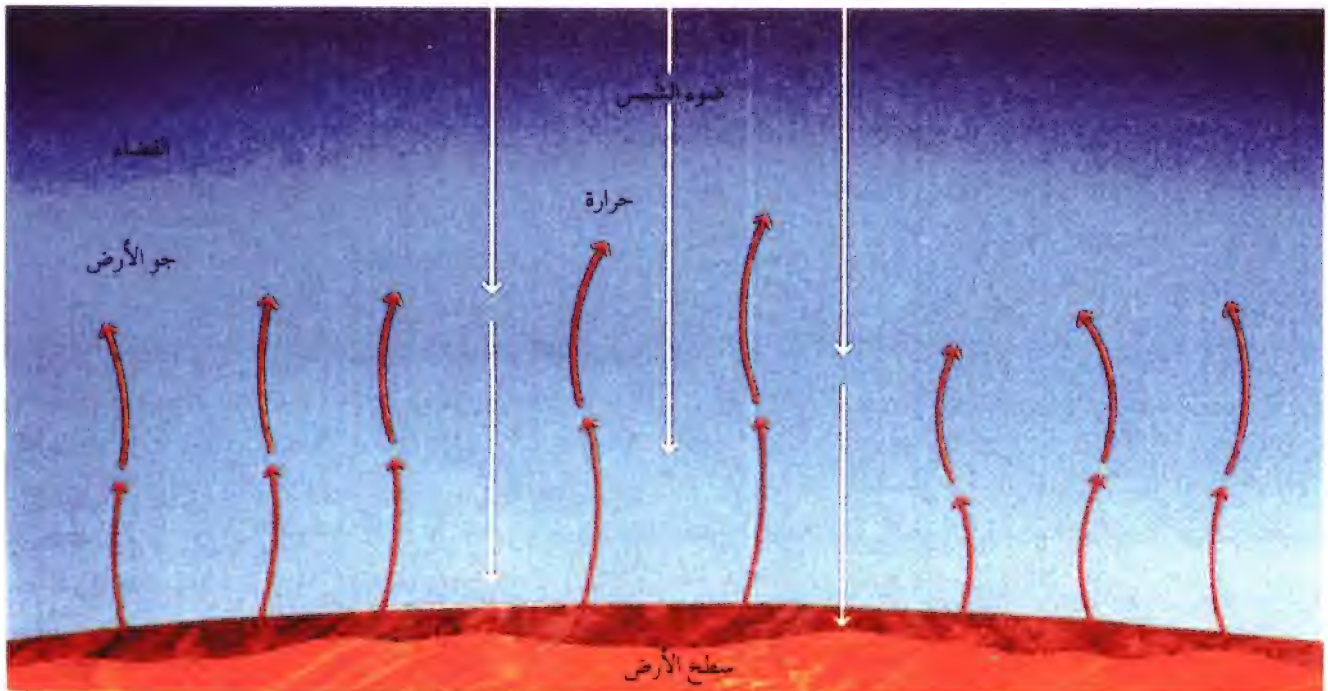
ويقدر ما يصيب الكيلومتر المربع الواحد من سطح الأرض من الطاقة التي تحملها الأشعة تحت الحمراء إليه به (1.8) مليون حصان . وهي طاقة حرارية تفوق في قدرتها وصخامتها قدرة كل مصادر الوقود التي عرفها الإنسان، بدءاً من الفحم الحجري والنفط وانتهاء بالطاقة النووية . وذلك عندما نأخذ بعين الاعتبار جملة الطاقة التي يستقبلها سطح الأرض من الشمس دفعة واحدة . وتلك الطاقة لا تظل على درجة واحدة من القوة، وإنما تزداد في حالة حدوث ثورات في الشمس، والتي تؤدي إلى زيادة قوة عواصفها الكهرومغناطيسية، حتى إنها تبلغ مقدار (8) آلاف مثل من القوة الكهرومغناطيسية القائمة عند خط استواء الأرض . وقد حسب العلماء مقدار ما فقدته الشمس منذ بداية تشكلها،

أثر الأشعة الحرارية (الأشعة تحت الحمراء) في الأرض

تعد هذه الأشعة أهم أشعة من بين الإشعاعات التي تطلقها الشمس؛ إذ إنها ذات تأثير أساسي بعيد المدى في الإنسان والحيوان والنبات، وما يجري في الجو من تقلبات تمس حرارته ورطوبته وضغطه . ويقدر العالم (فارنجتون دانيلز)، صاحب كتاب (البحوث في الطاقة الشمسية)، أن ما يسقط على ما مساحته (500) كم² من سطح الأرض يعادل وسطياً كيلوسعر في الدقيقة، أي ما يعادل الحرارة التي يولدها عود الثقاب المشتعل . وقد تبندو هذه الكمية من الحرارة ضئيلة، إلا أننا إذا أخذنا ما مساحته (1000) م² من الأرض، وجدنا أن ما يصيبها من الحرارة يعادل في طاقته مليون كيلو وات في اليوم، ولا يزيد مقدار الطاقة الحرارية

يحصل جو الأرض على الطاقة من الشمس على غرار ما يفعل البيت المحمي، إذ يسمع البيت المحمي بدخول ضوء الشمس إلى النباتات، ولكنه في الوقت نفسه يحول دون خروج كمية كبيرة من الحرارة إلى الخارج . وبطريقة مماثلة فإن جو الأرض يسمع بمرور ضوء الشمس إلى سطح الأرض، ويؤدي إلى تسخين الأرض، غير أن الحرارة التي تكتسبها الأرض لا تستطيع المرور بسهولة عبر جو الأرض نحو الفضاء .

تأثير البيت المحمي
Green House
(أو الدفيئة)



الصناعية والمركبات الفضائية لتحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية تمُدُّ الأجهزة العلمية التي تحملها تلك الأقمار والمركبات بما يلزمها لاستمرار عملها. هذا في نطاق الفضاء، أما على سطح الأرض فلا زال العلماء والجهات المعنية بالاستفادة من تلك الطاقة تشكو من عدة أمور تفق حائلاً أمام الاستفادة المرجوة من الطاقة الشمسية، ومنها:

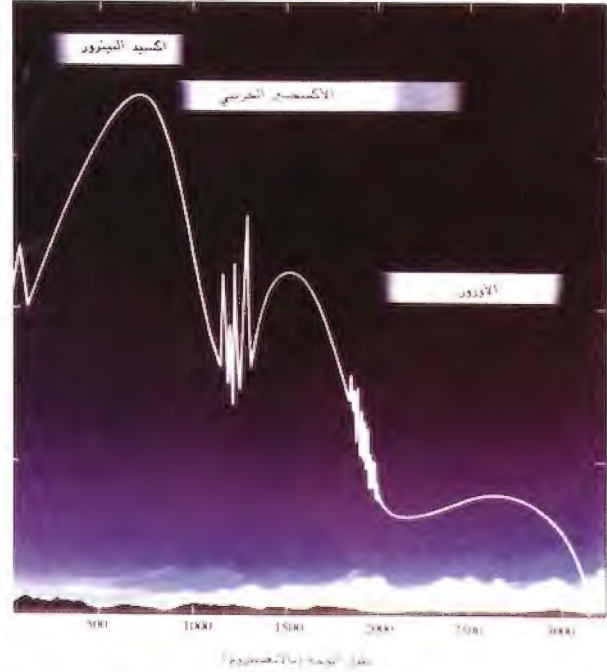
- (1) ارتفاع تكاليف الأجهزة التي سيستفاد منها في هذا المجال بالنسبة لما ستولده من طاقة.
- (2) كبر الحيز والمساحة اللتين تشغلهما المدخرات المعدة لتحويل طاقة الشمس إلى طاقة كهربائية.
- (3) عدم إمكانية توليد الطاقة في حال غياب الشمس.
- (4) أن قسماً كبيراً من دول العالم، وبخاصة شمال وشرق روسيا وشمال غرب أوروبا وشمال الولايات المتحدة وكندا، يغلب التعيم على عدة أشهر فيها، فتحتجب الشمس عن سطح الأرض؛ ومع احتجابها، تكاد تتوقف عملية الاستفادة من طاقتها.

علم الزلازل الشمسية

Helioseismology

إن دراسة الشمس حاسمة لفهم بواطن النجوم، ومع ذلك فإن السطح المرئي للشمس أو الكرة الضوئية، يشكل طبقة يبلغ سمكها عدة مئات من الكيلومترات فقط، وتشغل أقل من جزء واحد من ألف جزء من نصف القطر الشمسية، والكرة الضوئية لا تقدم إلا أدلة قليلة وغير مباشرة عن تركيب الشمس وديناميتها.

أي منذ (4600) مليون عام، وحتى الآن، من طاقتها، لا يزيد على جزء من مليون جزء من كتلتها.



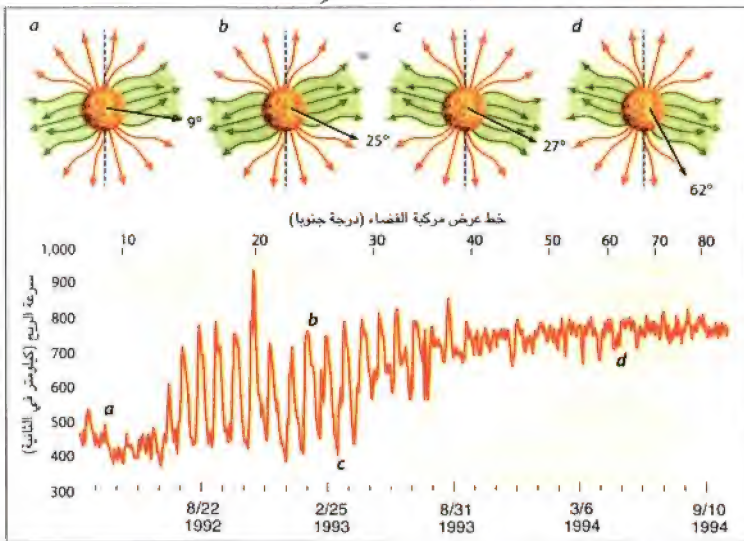
يتغير عمق اختراق الإشعاع الشمسي لجزء الأرض تبعاً للطول الموجي لهذا الإشعاع، ويبيّن هذا الخط البياني الارتفاعات التي يجري فيها امتصاص قرابة نصف الإشعاع المغطى، ومن حسن حظ الحياة على الأرض أن أوكسيد النيتروز الموجود في طبقات رقيقة من جو الأرض تملأ سطحها بأكثر من (50) كم، يعترض سبيل إصدارات الشمس من الأشعة فوق البنفسجية القصيرة الأمواج والمتغيرة على نحو شديد. أما في الارتفاعات الأقل عن سطح الأرض، فإن الأوزون والأوكسجين الجزيئي يمتصان الأشعة فوق البنفسجية ذات الأمواج الأطول التي تضر بالحياة، وتؤثر التغيرات في إصدار الشمس للأشعة فوق البنفسجية في بنية طبقة الأوزون.

ومع الأسف، فقد ظل الإنسان، حتى اليوم، عاجزاً عن تحويل تلك الطاقة الشمسية الهائلة، المُقدّمة كهية لكوكتنا، الأرض، إلى طاقة كهربائية تحل محل الكهرباء المولدة من المحرّوقات، أو إخلالها محل وسائل التدفئة المختلفة.

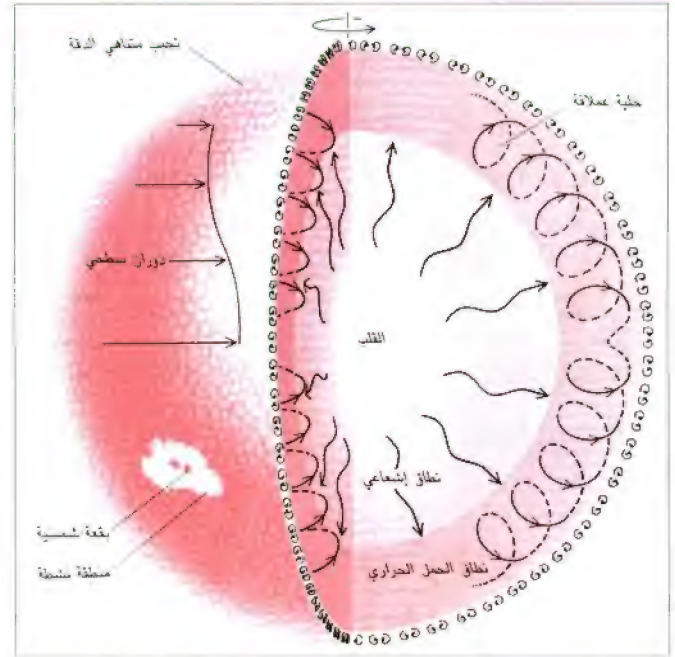
وكل ما فعله في هذا المجال أنه قام بتثبيت عدد كبير من المدخرات الشمسية على سطوح الأقمار

الرياح الشمسية Solar wind

باعتبار أن جو الشمس حارٌ وعاصِفٌ، فهو يَتمدُّ دائماً في جميع الاتجاهات، الأمر الذي يترتب عليه غمر النظام الشمسي بتيار مستمر يُسمى بالرياح الشمسية، يحوي إلكترونات وأيونات وحقولاً مغناطيسية، ويولد إكليل الشمس الذي درجة حرارته مليون درجة مئوية، ضغطاً متجهاً إلى الخارج يفوق الجذب الثقالي للشمس، مما يجعل حدوث هذا التيار المتواصل أمراً ممكناً. وتتسارع الرياح الشمسية مع ابتعادها عن الشمس كتسارع الماء الفاض عن أحد السدود. وفيما يتشتت الإكليل، فلا بد من أن تحل محله غازات متدفقة من الأسفل لتغذية الرياح.



كانت سرعة الرياح الشمسية المقاسة بواسطة المركبة الفضائية (أوليس) تتغير بخط عرض المركبة (الأسهم السوداء) وموقعها بالنسبة لقطبي الشمس المغناطيسيين. فعندما كانت (أوليس) عند خطوط عرض شمسية دنيا (a) تقابلت فقط مع الرياح الاستوائية البطيئة (اللون الأخضر)، وعند خطوط العرض الجنوبية الأعلى بعض الشيء، تقابلت (أوليس) مع الرياح القطبية السريعة (اللون الأصفر)، وذلك عندما كان القطب المغناطيسي الجنوبي يتجه نحو السابرة نتيجة لدوران الشمس (b)، وتقابلت مع الرياح البطيئة عندما كان هذا القطب يتبعد عنها نتيجة للدوران (c) وعندما كانت (أوليس) تصل إلى موقع قطبي، فإنها كانت تقوم فوراً بإجراء قياسات مستمرة للرياح الشمسية هناك (d).



إن باطن الشمس معروف بوجه عام عن طريق الاجتهاد، تتولد الطاقة في القلب نتيجة للاندماج النووي الحراري وتنتشر إلى الخارج خلال النطاق الإشعاعي بواسطة الانبعاث والانتصاص الذري. وفي نطاق الحمل الحراري تكون الحركة الدورانية هي النظام الرئيس للنقل: حيث تغلو الغازات الحارة بينما تهبط تلك التي تقل عنها في درجة الحرارة، ويلاحظ مثل هذا الدوران عند السطح على هيئة تحجب ضيق النطاق، وتحجب متناهي الكبر يظهر على شكل خلايا تبلغ (30000 كم) من جنب إلى جنب، ويُعتقد أن النطاق الحمل العميق تحت خلايا التحجب متناهي الكبر يحوي لفات حملية كبيرة جداً تُعرف بالخلايا العملاقة، ونتيجة للتفاعل بين تيارات الحمل ودوران الشمس فإن معدل الدوران يتغير حسب خط العرض عند السطح (الأسهم المبيّنة في الرسم) وحسب العمق، كما يقوم الدوران التفاضلي بدوره بالتفاعل مع حركة الغازات الموصلة كهربائياً ليولد الحقل المغناطيسي للشمس والذي تظهر آثاره في البقع الشمسية والمناطق النشطة. إن علم الزلازل يُشير بإغطاء صورة أوضح لباطن الشمس.

وقد ابتكر العلماء وسيلة جديدة، تجعل من الممكن اختراق سطح الشمس الساطع غير الشفاف، هناك حركات موجية مستمرة تُشبه الموجات الزلزالية في الأرض إلى حد ما تُهيج باطن الشمس. وبطريقة مماثلة تقريباً لتلك التي يستخدمها علماء فيزياء الأرض لدراسة الموجات الزلزالية من أجل معرفة ما يجري داخل الأرض، يقوم علماء الفيزياء الشمسية باستغلال الدبذبات الشمسية التي يتم مراقبتها من أجل إجراء فحص دقيق لباطن الشمس.

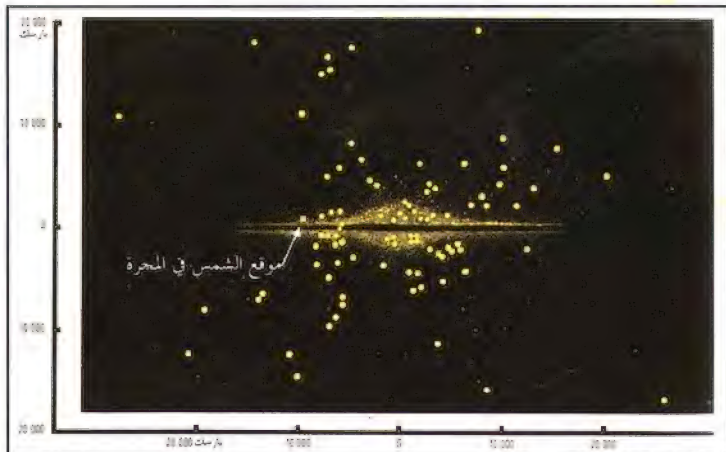
الدَّوْرَة، وَالْمِنْطَقَةُ الْوَاقِعَةُ عِنْدَ دَرَجَةِ عَرْضِ (80) مِنْ سَطْحِ الشَّمْسِ تَحْتَاجُ إِلَى (35) يَوْمًا كَيْ تُتِمَّ دَوْرَتَهَا. وَسَنَرَى كَيْفَ أَنَّ اخْتِلَافَ سُرْعَةِ دَوْرَانِ سَطْحِ الشَّمْسِ الْغَازِي يُؤَدِّي إِلَى اضْطِرَابٍ دَائِمٍ فِيهِ، تَنْشَأُ عَنْهُ دَوَّامَاتٌ غَازِيَّةٌ ضَخْمَةٌ تَعُمُّ سَطْحَ الشَّمْسِ. وَقَدْ أَمَكَّنَ التَّأَكُّدُ مِنْ دَوْرَانِ الشَّمْسِ حَوْلَ نَفْسِهَا عَنْ طَرِيقِ



رَصْدِ الْكِلْفِ الشَّمْسِيَّةِ الَّتِي كَانَتْ تَدُورُ مَعَ سَطْحِ الشَّمْسِ، وَالَّتِي اخْتَأَجَتْ إِلَى (15) يَوْمًا حَتَّى أَتَمَّتْ نِصْفَ دَوْرَةٍ مِنَ الدَّوْرَةِ الْكَامِلَةِ لِلشَّمْسِ.

(2) الدَّوْرَةُ الْإِنْتِقَالِيَّةُ :

تَقُومُ الشَّمْسُ مَعَ كَامِلِ مَنْظُومَتِهَا بِدَوْرَةٍ إِنْتِقَالِيَّةٍ حَوْلَ مَرْكَزِ مَجَرَّتِنَا الْأَرْضِيَّةِ الْمَعْرُوفَةِ بِاسْمِ (الطَّرِيقِ اللَّبَنِيَّةِ) أَوْ (دَرْبِ الْبَنَانَةِ). وَلَمَّا كَانَتْ الْمَنْظُومَةُ الشَّمْسِيَّةُ وَاقِعَةً قُرْبَ حَافَةِ الْمَجَرَّةِ، وَتَبْعُدُ عَنْ مَرْكَزِهَا بِمِقْدَارِ (30) أَلْفَ سَنَةٍ ضَوْئِيَّةٍ، فَإِنَّهَا تَحْتَاجُ إِلَى (250) مِلْيُونِ سَنَةٍ كَيْ تُتِمَّ دَوْرَتَهَا حَوْلَ الْمَجَرَّةِ، عَلِمًا بِأَنَّ سُرْعَتَهَا لَا تَقِلُّ عَنْ (206) كَم فِي الثَّانِيَةِ، أَيْ مَا يُعَادِلُ (741.600) كَم فِي السَّاعَةِ.



وَقَدْ بَيَّنَّتْ قِيَاسَاتٌ سَابِقَةٌ أُجْرِيتْ بِوَسِيطَةِ أَجْهَزَةٍ مَحْمُولَةٍ عَلَى مَتْنِ سُفْنٍ فِضَائِيَّةٍ، وَكَذَلِكَ قِيَاسَاتٌ أُخِذَتْ مِنْ أُولَئِى (الَّتِي أُطْلِقَتْ عَامَ 1990م)، أَنَّ لِلرِّيَّاحِ الشَّمْسِيَّةِ مَرَكَبَةً سَرِيعَةً وَأُخْرَى بَطِيئَةً. أَمَّا السَّرِيعَةُ فَتَتَحَرَّكُ بِسُرْعَةٍ قَدَرُهَا (800 كَم/ثَا) تَقْرِيبًا فِي حِينِ أَنَّ الْمَرَكَبَةَ الْبَطِيئَةَ تَسِيرُ بِسُرْعَةٍ تُعَادِلُ نِصْفَ السَّرْعَةِ السَّابِقَةِ.

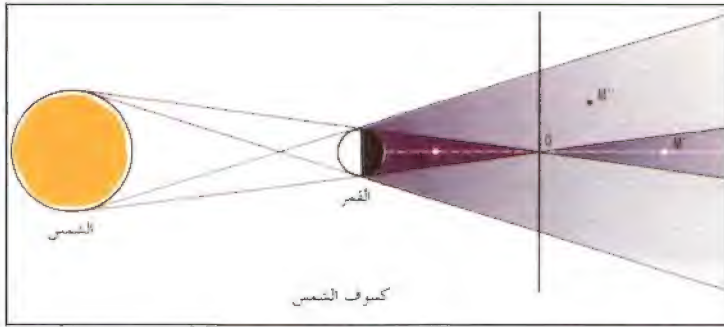


الرِّيَّاحُ الشَّمْسِيَّةُ تُقَذِّفُ الْأَرْضَ بِوَابِلٍ مِنَ الْجَسِيمَاتِ الْأُولِيَّةِ مُسَبِّبَةً فِي النِّهَايَةِ ظَاهِرَةَ الشَّفَقِ الْقُطْبِيِّ Aurora.

حَرَكَاتُ الشَّمْسِ

لِلشَّمْسِ ثَلَاثُ حَرَكَاتٍ تَقُومُ بِهَا مَعًا :
(1) الدَّوْرَةُ الْمِحْوَرِيَّةُ :

وَتَتِمُّهَا الشَّمْسُ حَوْلَ نَفْسِهَا فِي زَمَنِ مُتَوَسِّطٍ قَدَرُهُ (30) يَوْمًا؛ وَنَقُولُ فِي زَمَنِ مُتَوَسِّطٍ لِأَنَّ جِسْمَ الشَّمْسِ الْغَازِي لَا يَتَصَرَّفُ عِنْدَ دَوْرَتِهِ الْمِحْوَرِيَّةِ تَصَرَّفَ الْأَجْسَامِ الصُّلْبَةِ كَالْأَرْضِ، فَالْمِنْطَقَةُ الْإِسْتَوَائِيَّةُ فِي الشَّمْسِ تُتِمُّ دَوْرَةَ كُلِّ (25) يَوْمًا، بَيْنَمَا تَحْتَاجُ الْمِنْطَقَةُ الْوَاقِعَةُ عِنْدَ دَرَجَةِ عَرْضِ (30) مِنْ سَطْحِ الشَّمْسِ إِلَى (26.4) يَوْمًا كَيْ تُتِمَّ الدَّوْرَةَ؛ أَمَّا عِنْدَ دَرَجَةِ عَرْضِ (60) مِنْ سَطْحِ الشَّمْسِ، فَإِنَّ الْمِنْطَقَةَ هُنَاكَ تَحْتَاجُ إِلَى (32) يَوْمًا لِإِتِمَامِ



(2) مَخْرُوطُ الظِّلِّيلِ أَوْ شِبْهُ الظِّلِّ Penumbra :

كَمَا يَتَشَكَّلُ بِالْإِضَافَةِ إِلَى (مَخْرُوطِ الظِّلِّ)، خَلْفَ كُلِّ مِنَ الْأَرْضِ وَالْقَمَرِ، مَخْرُوطٌ آخَرُ مَقْطُوعُ الرَّأْسِ، أَيْ نَاقِصٌ، يُحِيطُ بِمَخْرُوطِ الظِّلِّ، إِنَّمَا يَعاكِسُهُ فِي الْوَضْعِ، إِذْ إِنَّ الرَّأْسَ الْمَقْطُوعَ لِهَذَا الْمَخْرُوطِ هُوَ الَّذِي يَحْضُنُ الْجُزْمَ هَذِهِ الْمَرَّةَ، بَيْنَمَا تَنْطَلِقُ قَاعِدَتُهُ بَعِيداً فِي الْفَضَاءِ، مُتَجَاوِزَةً (مَخْرُوطَ الظِّلِّ). وَهَذَا الْمَخْرُوطُ الثَّانِي هُوَ مَا يُسَمَّى (مَخْرُوطُ الظِّلِّيلِ أَوْ شِبْهُ الظِّلِّ)؛ وَقَدْ سُمِّيَ بِذَلِكَ لِأَنَّهُ أَقْلُ إِعْتَاماً مِنْ (مَخْرُوطِ الظِّلِّ) وَأَكْثَرُ شَفَافِيَّةً مِنْهُ.

(3) عُقْدَتَا الصُّعُودِ وَ النُّزُولِ Ascending &

: Descending nodes

إِنَّ النُّقْطَتَيْنِ اللَّتَيْنِ يَتَقَاطَعُ عِنْدَهُمَا مَدَارُ الْقَمَرِ مَعَ خَطِّ اسْتِواءِ الْأَرْضِ، وَمَعَ دَائِرَةِ الْبُرُوجِ الَّتِي تُسَمَّى بِـ (الدَّائِرَةِ الْكُسُوفِيَّةِ) أَوْ (دَائِرَةِ الْكُسُوفِ وَالْخُسُوفِ) تُسَمَّيَانِ (العُقْدَتَانِ) : الْأُولَى مِنْهُمَا تُدْعَى (عُقْدَةُ الصُّعُودِ)، وَالثَّانِيَةُ تُدْعَى (عُقْدَةُ النُّزُولِ).

وَقَدْ دُعِيَتِ الْأُولَى بِـ (عُقْدَةِ الصُّعُودِ) لِأَنَّ الْقَمَرَ يَصْعَدُ عِنْدَ هَذِهِ النُّقْطَةِ، وَهُوَ يَتَحَرَّكُ عَلَى مَدَارِهِ، مِنْ سَمَاءِ نِصْفِ الْكُرَةِ الْجَنُوبِيِّ إِلَى سَمَاءِ نِصْفِ الْكُرَةِ الشَّمَالِيِّ، وَذَلِكَ فِي الْيَوْمِ الْخَامِسِ عَشَرَ مِنَ الشَّهْرِ الْقَمَرِيِّ؛ وَيَكُونُ الْقَمَرُ يَوْمَها بَدَراً.

يَنْزِلُ عِنْدَ هَذِهِ النُّقْطَةِ، وَهُوَ يَتَحَرَّكُ عَلَى مَدَارِهِ، مِنْ سَمَاءِ نِصْفِ الْكُرَةِ الشَّمَالِيِّ إِلَى سَمَاءِ نِصْفِ الْكُرَةِ الْجَنُوبِيِّ،

(3) الْحَرَكَةُ التَّبَاعُدِيَّةُ أَوْ الْإِنْتِشَارِيَّةُ :

لَقَدْ ثَبَتَ أَنَّ الْمَجَرَّاتِ تَنْطَلِقُ فِي الْكَوْنِ مُتَبَاعِدَةً عَنْ بَعْضِهَا؛ وَقَدْ دَعَا الْعُلَمَاءُ هَذِهِ الظَّاهِرَةَ بِاسْمِ (الْإِنْتِشَارِ الْكَوْنِيِّ) أَوْ (الْإِتْسَاعِ الْكَوْنِيِّ).

وَقَدَّرَتْ سُرْعَةُ مَجَرَّتِنَا، وَصِمْنُهَا شَمْسُنَا، وَهِيَ تَبْتَعِدُ عَنْ غَيْرِهَا مِنَ الْمَجَرَّاتِ فِي الْكَوْنِ، بِمِقْدَارِ (980) كَم فِي الثَّانِيَةِ، أَيْ مَا يُعَادِلُ (3.528.000) كَم فِي السَّاعَةِ. وَهِيَ سُرْعَةُ مُعْتَدِلَةٍ إِذَا مَا قُورِنَتْ بِسُرْعَةِ بَعْضِ الْمَجَرَّاتِ الْأُخْرَى الَّتِي تَصِلُ إِلَى (46.800) كَم فِي الثَّانِيَةِ، أَيْ مَا يُعَادِلُ (186.480.000) كَم فِي السَّاعَةِ.



الحركة التباعدية

الكُسُوفُ الشَّمْسِيُّ

قَبْلَ التَّحَدُّثِ عَنْ كُسُوفِ الشَّمْسِ Eclipse، لَا بُدَّ مِنْ شَرْحِ بَعْضِ التَّعَابِيرِ الَّتِي سَيَصْضَمُّهَا هَذَا الْبَحْثُ، وَأَهْمُهَا : (مَخْرُوطُ الظِّلِّ)، وَ(مَخْرُوطُ الظِّلِّيلِ أَوْ شِبْهُ الظِّلِّ)، وَ(عُقْدَتَا الصُّعُودِ وَالنُّزُولِ)، وَ(حَالَةُ الْإِفْتِرَانِ)، وَ(حَالَةُ التَّقَابُلِ).

(1) مَخْرُوطُ الظِّلِّ Shadow :

بِمَا أَنَّ الْأَرْضَ وَالْقَمَرَ جُرْمَانِ كُرَوِيَّانِ، فَإِنَّ أَشْعَةَ الشَّمْسِ السَّاقِطَةَ عَلَيْهِمَا تُخَلْفُ وَرَاءَ كُلِّ مِنْهُمَا ظِلًّا مَخْرُوطِي الشَّكْلِ، تَكُونُ قَاعِدَتُهُ مُحْتَضِنَةُ الْجُزْمِ، بَيْنَمَا يَمْتَدُّ رَأْسُهُ بَعِيداً فِي الْفَضَاءِ؛ وَيُطْلَقُ عَلَى هَذَا الْمَخْرُوطِ اسْمُ (مَخْرُوطِ الظِّلِّ).

عَظَاهَا ذَلِكَ الْمَخْرُوطُ مِنْ سَطْحِ الْأَرْضِ. كَمَا يُشَاهَدُ قُرْصُ الشَّمْسِ، عِنْدَهَا، قُرْصاً مُظْلِماً حَالِكِ السَّوَادِ، تُحِيطُ بِهِ هَالَةٌ مِنْ نُورٍ وَهَّاجٍ.



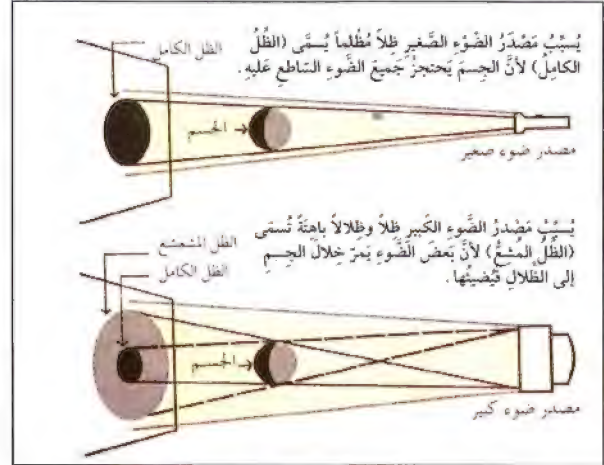
وَذَلِكَ فِي آخِرِ لَيْلَةٍ مِنْ لَيَالِي الشَّهْرِ الْقَمَرِيِّ، حَيْثُ يَكُونُ الْقَمَرُ (مُحَاقاً) أَوْ فِي (الْمَحَاقِ)، أَيِ (مُتَمَحِّقاً) لِأَنَّهُ لَا يَرَى فِي تِلْكَ اللَّيْلَةِ.

(4) حَالَةُ الْإِفْتِرَانِ Conjunction :

فِي آخِرِ لَيْلَةٍ مِنْ لَيَالِي الشَّهْرِ الْقَمَرِيِّ، يَبْلُغُ الْقَمَرُ (عُقْدَةَ النُّزُولِ)، وَيَكُونُ عِنْدَهَا وَاقِعاً بَيْنَ الشَّمْسِ وَالْأَرْضِ؛ فَإِذَا صَادَفَ أَنْ كَانَتْ تِلْكَ الْأَجْرَامُ الثَّلَاثَةُ لَيْلَتَهَا عَلَى اسْتِقَامَةٍ وَاحِدَةٍ، دُعِيَتْ تِلْكَ الْحَالَةُ (حَالَةُ الْإِفْتِرَانِ).

(5) حَالَةُ التَّقَابُلِ Opposition :

فِي لَيْلَةٍ النِّصْفِ مِنَ الشَّهْرِ الْقَمَرِيِّ، يَكُونُ الْقَمَرُ أَمَامَ (عُقْدَةِ الصُّعُودِ)، وَتَكُونُ الْأَرْضُ لَيْلَتَهَا وَاقِعَةً بَيْنَ الشَّمْسِ وَالْقَمَرِ؛ فَإِذَا صَادَفَ أَنْ كَانَتْ تِلْكَ الْأَجْرَامُ الثَّلَاثَةُ عَلَى اسْتِقَامَةٍ وَاحِدَةٍ، دُعِيَتْ تِلْكَ الْحَالَةُ (حَالَةُ التَّقَابُلِ).



يُمْكِنُ بِإِجْرَاءِ هَذِهِ التَّجَرِبَةِ الْبَسِيطَةِ أَنْ تَسْتَوْضِحَ عَمَلِيَّةَ الْكُسُوفِ الشَّمْسِيِّ.

الْكُسُوفُ الشَّمْسِيُّ نَوْعَانِ: كَامِلٌ وَجُزْئِيٌّ. وَإِذَا مَا حَدَثَ أَحَدُهُمَا، فَلَا يَكُونُ ذَلِكَ إِلَّا فِي آخِرِ لَيْلَةٍ مِنْ لَيَالِي الشَّهْرِ الْقَمَرِيِّ، حَيْثُ يَكُونُ الْقَمَرُ فِي الْمَحَاقِ، أَيِ مُحَاقاً.

(1) الْكُسُوفُ الْكُلِّي Total eclipse :

يُحْدِثُهُ بُلُوغُ مَخْرُوطِ ظِلِّ الْقَمَرِ سَطْحِ الْأَرْضِ، مِمَّا يُوَدِّي إِلَى احْتِجَابِ نُورِ الشَّمْسِ كُلِّياً عَنِ الْمِنْطَقَةِ الَّتِي

- شُرُوطُ تَحَقُّقِ الْكُسُوفِ الْكُلِّي :

لَا يَحْدُثُ الْكُسُوفُ الْكُلِّي إِلَّا إِذَا تَحَقَّقَتْ ثَلَاثَةُ شُرُوطٍ أَسَاسِيَّةٍ هِيَ :

1. أَنْ يَكُونَ الْقَمَرُ (مُحَاقاً)، أَيِ فِي آخِرِ لَيْلَةٍ مِنْ لَيَالِي الشَّهْرِ الْقَمَرِيِّ.

2. أَنْ تَكُونَ الشَّمْسُ وَالْأَرْضُ وَبَيْنَهُمَا الْقَمَرُ فِي حَالَةِ افْتِرَانٍ أَوْ قَرِيبَةٍ جَدًّا مِنْ ذَلِكَ.

3. أَنْ تَكُونَ الْمَسَافَةُ يَوْمَهَا بَيْنَ الْأَرْضِ وَالْقَمَرِ كَافِيَةً لِبُلُوغِ مَخْرُوطِ ظِلِّهِ سَطْحِ الْأَرْضِ، أَيِ فِي حُدُودِ (354) أَلْفِ كَمِ تَقْرِيباً. إِذْ إِنَّ عَدَمَ انْتِظَامِ خَطِّ سَيْرِ الْقَمَرِ عَلَى مَدَارِهِ حَوْلَ الْأَرْضِ يَجْعَلُ الْمَسَافَةَ بَيْنَهُ وَبَيْنَ الْأَرْضِ تَتَغَيَّرُ بَيْنَ شَهْرٍ وَآخَرَ قُرْباً أَوْ بُعْداً بِسَبَبِ جَذْبِ الْأَرْضِ وَالشَّمْسِ لَهُ.

- الْمَرَا حِلُّ الَّتِي يَمُرُّ بِهَا الْكُسُوفُ الْكُلِّي :

عِنْدَمَا تَقْتَرِبُ الشَّمْسُ وَالْأَرْضُ، وَبَيْنَهُمَا الْقَمَرُ، مِنْ

السَّمَاءِ، وَتَهْبِطُ الْحَرَارَةُ
فَجْأَةً، وَيَضْحَبُ ذَلِكَ
هُبُوبُ رِيَّاحٍ أَوْ عَوَاصِفٍ،
وَقَدْ تَسْقُطُ الْأَمْطَارُ، وَتَلْجَأُ
الْحَيَوَانَاتُ إِلَى أَوْكَارِهَا
وَالطُّيُورُ إِلَى أَعْشَاشِهَا،



وَتَبْدُو حَوْلَ الشَّمْسِ هَالَةٌ مِنْ نُورٍ، يَخْتَلِفُ اتِّسَاعُهَا وَشَكْلُهَا
بِاخْتِلَافِ الْحَالَةِ الَّتِي تَكُونُ عَلَيْهَا الشَّمْسُ مِنْ هُدُوءٍ أَوْ هَيْجٍ.
وَلَا يَسْتَمِرُّ الْكُسُوفُ الْكُلِّيُّ، أَيْ بَقَاءَ كَامِلِ قُرْصِ الشَّمْسِ
مُظْلِمًا، أَكْثَرَ مِنْ (4) دَقَائِقٍ إِلَّا إِذَا كَانَتِ الْمِنْطَقَةُ الَّتِي أَصَابَهَا
الْكُسُوفُ وَاقِعَةً فَوْقَ خَطِّ الْإِسْتِوَاءِ، فَعِنْدَهَا يَسْتَمِرُّ الْكُسُوفُ
هُنَاكَ لِمُدَّةٍ (7 ½) دَقَائِقٍ.



خَرَزَاتُ بَيْلِي

وَيَقْصِدُ كَثِيرٌ مِنْ عُلَمَاءِ الْفَلَكَ، وَمِنْ دُولِ الْعَالَمِ
الْمُخْتَلِفَةِ، مَنْطَقَةَ ذَلِكَ الْكُسُوفِ الْكُلِّيِّ، قَاطِعِينَ آلَافَ
الْكِيلُومِترَاتِ أحيانًا، لَا لِيَشْهَدُوا وَيُسْجَلُوا مَلاحَظَاتِهِمْ حَوْلَ
هَذِهِ الْحَادِثَةِ الْمَهِيبةِ فَقَطْ، وَإِنَّمَا لِيَقُومُوا بِرِصْدِ وَدِرَاسَةِ الْهَالَةِ
الشَّمْسِيَّةِ فِي أَفْضَلِ ظُرُوفٍ تُسَاعِدُ عَلَى ذَلِكَ، وَتَمَنِّحُهُمْ
مَعْرِفَةً أَكْبَرَ وَأَدَقَّ عَنْ تَرْكِيبِ الشَّمْسِ وَالتَّفاعُلَاتِ الْقَائِمَةِ
فِيهَا، وَمَا يَنْتُجُ عَنْهَا مِنْ أَحْدَاثٍ تَبْدُو مَشَاهِدًا جَلِيلَةً فِي تِلْكَ



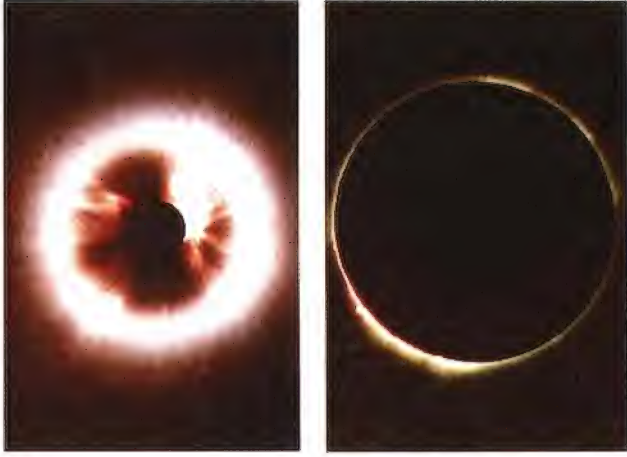
حَالَةِ الْاِقْتِرَانِ الْكَامِلِ، وَتَكُونُ الْمَسَافَةُ بَيْنَ الْقَمَرِ وَالْأَرْضِ
أَصْغَرَ مِنْ طُولِ مَخْرُوطِ ظِلِّ الْقَمَرِ، يَكُونُ حُدُوثُ الْكُسُوفِ
الْكَامِلِ مُؤَكَّدًا، وَتَبْدَأُ مَوْشِرَاتُهُ بِحُدُوثِ كُسُوفٍ جُزْئِيٍّ يَسْتَمِرُّ
مُدَّةَ سَاعَتَيْنِ فِي الْمِنْطَقَةِ الَّتِي يَكُونُ مَخْرُوطُ ظِلِّ الْقَمَرِ قَدْ
غَطَّاهَا، حَيْثُ يَتَحَوَّلُ قُرْصُ الشَّمْسِ السَّاطِعُ إِلَى قُرْصٍ كَامِدٍ
النُّورِ، يُحِيلُ النَّهَارَ الْبَهِيجَ إِلَى نَهَارٍ كَالِجٍ.

وَعِنْدَمَا تُصْبِحُ الشَّمْسُ وَالْأَرْضُ، وَبَيْنَهُمَا الْقَمَرُ، فِي
حَالَةِ اقْتِرَانٍ، يَكُونُ مَخْرُوطُ ظِلِّ الْقَمَرِ قَدْ بَلَغَ الْمِنْطَقَةَ الَّتِي
كَانَ يَغْمُرُهَا مَخْرُوطُ ظِلِّهِ، أَيْ شِبْهُ ظِلِّهِ؛ وَعِنْدَهَا تَظْهَرُ عَلَى
حَافَةِ الشَّمْسِ الْيُسْرَى ظِلْمَةٌ سَوْدَاءُ، لَا تَلْبُثُ أَنْ تَمْتَدَّ بِسُرْعَةٍ
نَحْوَ يَمِينِ الشَّمْسِ، وَتَكُونُ مَحْدُودَةً بِقَوْسَيْنِ: إِحْدَاهُمَا
تُمَثِّلُ حَافَةَ الشَّمْسِ، وَالثَّانِيَةُ تُمَثِّلُ حَافَةَ الْقَمَرِ. وَمَعَ ارْتِدْيَادِ
اتِّسَاعِ رُقْعَةِ تِلْكَ الظِّلْمَةِ عَلَى قُرْصِ الشَّمْسِ، يَزْدَادُ نُورُ النَّهَارِ
ضَعْفًا وَكَابَةً.

وَعِنْدَمَا لَا يَبْقَى مِنْ ذَلِكَ الْقُرْصِ إِلَّا هِلَالٌ صَغِيرٌ مُنِيرٌ فِي
يَمِينِهَا، يُمَكِّنُنَا أَنْ نَرَى بِالْمِرْقَبِ، عَلَيْهِ، تَوَهُّجَاتٍ حَلَقِيَّةِ الشَّكْلِ
تُدْعَى (الْحَلَقَاتُ الْمَاسِيَّةُ) أَوْ (خَرَزَاتُ بَيْلِي). وَقَدْ دُعِيَ بِذَلِكَ
تَكْرِيمًا لِلْفَلَكِيِّ (بَيْلِي) الَّذِي قَامَ بِالْكَشْفِ عَنْهَا وَبِدِرَاسَتِهَا.

وَعِنْدَ اخْتِفَاءِ آخِرِ جُزْءٍ مِنْ قُرْصِ الشَّمْسِ عَنْ تِلْكَ الْبُقْعَةِ
مِنَ الْأَرْضِ، يُظْلِمُ الْجَوُّ فِيهَا تَمَامًا، وَتَبْدُو النُّجُومُ لَامِعَةً فِي

وعلى هذا، فإن الكسوف الكامل، مع ما يسبقه وما يعقبه من كسوف جزئي، يستغرق حوالي (4) ساعات و(4) دقائق إلا إذا حدث فوق خط الاستواء، فإن فترته تمتد إلى (4) ساعات و(7½) دقائق. والمنطقة التي تتعرض للكسوف الكامل تبدو للراصد من الجو على شكل دائرة مظلمة، لا يتجاوز قطرها (300) كم، يغطيها بتلك الظلمة مخروط ظل القمر. ويحيط بتلك الدائرة المظلمة حلقة كبيرة ذات نور كالح، يشكلها مخروط ظلل القمر الذي يحيط بمخروط ظله.



الإكليل الشمسي هو الحافة الخارجية لجو الشمس التي يمكن دراستها أثناء حدوث الكسوف الشمسي. وتظهر الشمس (على اليمين) وليس بها ما يدل على وجود نشاط يذكر أثناء الكسوف، بينما توضح الصورة اليسرى التي أخذت أثناء كسوف شمسي آخر بعض مواقع الثورات، كما قد تظهر بعض الثقوب الإكليلية وهي مناطق تتميز بانخفاض درجة حرارتها وكثافتها.

وتنتقل تلك الدائرة المظلمة، مع حلقة النور الكالح المحيطة بها على سطح الأرض، من الغرب إلى الشرق مسافة تقارب (20) ألف كم، أي حوالي نصف محيط الأرض، خلال (5) ساعات، مع انتقال القمر في دورته حول الأرض بسرعة تعادل (3660) كم في الساعة وسطيًا.

وقد توصل علماء الفلك، بنتيجة الحسابات التي أجروها، وبعد دراسة وتتبع التسجيلات التي خلفها علماء الفلك القدامى، والمتعلقة بقضايا الكسوف، إلى أن المنطقة

الهالة، ولأن هذه الفرصة لن تُسح لهم مرة ثانية قبل مرور عدة سنوات.

ويحذر العلماء من النظر إلى تلك الهالة بالعين المجردة، إذ إن نورها وحده قادر على إلحاق الأذى بالعين، وقد يسبب لها العمى.

وبعد انقضاء تلك الدقائق التي استمر خلالها الكسوف، ينزاح مخروط ظل القمر شيئاً فشيئاً عن المنطقة التي كان قد غمرها من سطح الأرض، مع انزياح القمر عن مكانه بين الأرض والشمس. وعندها يظهر في يسار الشمس هلالٌ مُنير كالهلال الذي كان قد ظهر في يمينها قبل أن يتم كسوفها، وتظهر عليه الحلقات الماسية أو (خرزات بيلي).

ومع انقشاع الظلمة شيئاً فشيئاً عن قرص الشمس، يعود شيء من نور النهار إلى المنطقة التي أصابها الكسوف؛ حتى إذا ما انزاحت الظلمة نهائياً عن وجه الشمس، ازداد نور النهار وضوحاً، ولكنه يظل كالحاً، إذ إن منطقة الكسوف لا تزال واقعة تحت تأثير وغمر مخروط شبه ظل القمر، أي مخروط ظلله، بعد أن انسحب مخروط ظله عنها. ويستمر هذا الوضع ساعتين، حيث يكون مخروط ظل القمر قد أنهى انسحابه، وعندها يعود لقرص الشمس سطوعه وتوهجه، وللمنطقة نهارها البهيّ الساطع.



كَأَنَّ قُرْصَهَا مُعْطًى بِغِشَاءٍ يَجْعَلُ نُورَهَا كَالِحًا.

(د) كُلُّ مِئْطَقَةٍ مِنَ الْأَرْضِ حَدَتْ فِيهَا كُشُوفٌ كَامِلٌ لَا بُدَّ أَنْ يَسْبِقَهُ فِيهَا كُشُوفٌ جُزْئِيٌّ نَاتِجٌ عَنْ مُرُورِ مَخْرُوطٍ شَبِهُ ظِلِّ الْقَمَرِ، أَيْ مَخْرُوطٍ ظَلِيلِهِ بِهَا، قَبْلَ أَنْ يَبْلُغَهَا مَخْرُوطُ ظِلِّ الْقَمَرِ، كَمَا يَعْقِبُ ذَلِكَ الْكُشُوفَ الْكَامِلَ كُشُوفٌ جُزْئِيٌّ عِنْدَ انْسِحَابِ وَتَرْخُوحِ مَخْرُوطِ ظِلِّ الْقَمَرِ عَنْ تِلْكَ الْمِئْطَقَةِ، حَيْثُ يَحِلُّ مَحَلَّهُ مُغَطِّيًا الْمِئْطَقَةَ مَخْرُوطٌ شَبِهُ ظِلِّ الْقَمَرِ الَّذِي يُحِيطُ دَائِمًا بِمَخْرُوطِ الظِّلِّ.

وَأَخِيرًا، فَعِنْدَمَا يَكُونُ الْقَمَرُ بَعِيدًا عَنِ الْأَرْضِ، فَإِنَّ قَاعِدَةَ مَخْرُوطِ شَبِهُ ظِلِّهِ الَّتِي تَصِلُ إِلَى سَطْحِ الْأَرْضِ لَا تُسَبِّبُ أَيْ كُشُوفَ نَظَرًا لشفافية تِلْكَ الْقَاعِدَةِ الَّتِي لَا تَحْجُبُ عَنِ الْأَرْضِ أَيْ شَيْءٍ مِنَ الشَّمْسِ.

- شُرُوطُ تَحَقُّقِ الْكُشُوفِ الْجُزْئِيِّ :

(1) الْحَالَةُ الْأُولَى :

(أ) أَنْ يَكُونَ الْقَمَرُ مُحَاقًا.

(ب) أَنْ تَكُونَ الشَّمْسُ وَالْأَرْضُ، وَبَيْنَهُمَا الْقَمَرُ، فِي حَالَةٍ قَرِيبَةٍ مِنَ الْاقْتِرَانِ.

(ج) أَلَّا يَصِلَ إِلَى سَطْحِ الْأَرْضِ إِلَّا جُزْءٌ جَانِبِيٍّ مِنْ مَخْرُوطِ ظِلِّ الْقَمَرِ.

(2) الْحَالَةُ الثَّانِيَّةُ (الْكُشُوفُ الْحَلَقِيُّ Loop eclipse) :

(أ) أَنْ يَكُونَ الْقَمَرُ مُحَاقًا.

(ب) أَنْ تَكُونَ الشَّمْسُ وَالْأَرْضُ، وَبَيْنَهُمَا الْقَمَرُ، فِي حَالَةٍ اقْتِرَانِ.

(ج) أَنْ يَكُونَ رَأْسُ ظِلِّ الْقَمَرِ مَاسًا لِسَطْحِ الْأَرْضِ.

(3) الْحَالَةُ الثَّالِثَةُ :

(أ) أَنْ يَكُونَ الْقَمَرُ مُحَاقًا.

(ب) أَنْ تَكُونَ كُلُّ مِنَ الشَّمْسِ وَالْأَرْضِ، وَبَيْنَهُمَا الْقَمَرُ،

فِي حَالَةٍ اقْتِرَانِ.

الَّتِي يَحْدُثُ فِيهَا كُشُوفٌ كَامِلٌ، أَوْ كُشُوفٌ جُزْئِيٌّ حَلَقِيٌّ، مِنْ سَطْحِ الْأَرْضِ، لَنْ تَتَعَرَّضَ لِأَحَدِ هَذَيْنِ التَّوَعَيْنِ مِنَ الْكُشُوفِ مَرَّةً ثَانِيَةً إِلَّا بَعْدَ مُرُورِ فِتْرَةٍ (300) سَنَةٍ.

(2) الْكُشُوفُ الْجُزْئِيُّ Partial eclipse :

وَلَهُ أَرْبَعُ حَالَاتٍ :

(أ) حِينَ يَسْقُطُ جُزْءٌ مِنْ مَخْرُوطِ ظِلِّ الْقَمَرِ عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ، فَإِنَّهُ يَحْجُبُ قِسْمًا مِنَ الشَّمْسِ عَنِ الْمِئْطَقَةِ الَّتِي سَقَطَ عَلَيْهَا ذَلِكَ الْجُزْءُ مِنَ الْمَخْرُوطِ، وَيَبْدُو ذَلِكَ الْقِسْمُ الْمُحْتَجَبُ مُظْلِمًا خَالِكًا السَّوَادَ، بَيْنَمَا تَظْهَرُ بَقِيَّتُهُ كَالِحَةً وَكَأَنَّمَا غَشَاهَا حِجَابٌ. وَبِجَوَارِ تِلْكَ الْمِئْطَقَةِ مِنْ سَطْحِ الْأَرْضِ، حَيْثُ يَكُونُ مَخْرُوطُ شَبِهُ ظِلِّ الْقَمَرِ، أَيْ مَخْرُوطُ ظَلِيلِهِ، قَدْ سَقَطَ عَلَيْهَا، يُرَى قُرْصُ الشَّمْسِ كُلُّهُ، بَاهِتَ الثَّوَرِ، كَامِدَ اللَّوْنِ.

(ب) حِينَ يَمَسُّ رَأْسُ مَخْرُوطِ ظِلِّ الْقَمَرِ سَطْحَ الْأَرْضِ، وَيُحِيطُ بِهِ مَخْرُوطُ ظَلِيلِهِ، أَيْ مَخْرُوطُ شَبِهُ ظِلِّهِ؛ تَظْهَرُ الشَّمْسُ فِي تِلْكَ الْمِئْطَقَةِ مِنْ سَطْحِ الْأَرْضِ كَقُرْصٍ مُعْتَمٍ أَسْوَدَ، تُحِيطُ بِهِ حَلَقَةٌ مِنْ نُورٍ كَالِحٍ؛ وَيُدْعَى مِثْلُ هَذَا الْكُشُوفِ الْجُزْئِيِّ بِـ (الْكُشُوفِ الْحَلَقِيِّ).

(ج) حِينَ لَا يَبْلُغُ الْأَرْضَ إِلَّا مَخْرُوطُ ظَلِيلِ الْقَمَرِ، أَيْ شَبِهُ ظِلِّهِ؛ تَظْهَرُ الشَّمْسُ فِي تِلْكَ الْمِئْطَقَةِ مِنْ سَطْحِ الْأَرْضِ



الْكُشُوفُ الْحَلَقِيُّ



الحالة الثانية



الحالة الثالثة

الأرضية في مخروط ظلّ القمر، ثم عبور ظلّه لها، ثم خروجها من ظلّه ومن ظلّيله الذي يحيط بالظل، فتدوم (4) ساعات.

وكما رأينا في الكسوف الكلي، فإن الفترة التي تفصل بين كسوفين حلقيين قد تصل إلى عدة سنوات؛ أما تكرار هذا النوع من الكسوف في نفس المنطقة الأرضية، فلا يحدث قبل مرور (300) سنة.

- المراحل التي يمر بها الكسوف الجزئي:
عندما لا يحدث اقتران كامل بين الشمس والأرض، وبينهما القمر، فإن قسماً من مخروط ظل القمر يصيب الأرض، كما يصيبها مخروط ظلّيله الذي يحيط بذلك الجزء من مخروط الظل.

وفي مثل هذه الحالة، يبدو قرص الشمس من المنطقة التي أصابها هذا الكسوف الجزئي وكأن غشاء يزحف عليه، فيضعف من نوره شيئاً فشيئاً؛ وفي نفس الوقت، يضعف نور نهار تلك المنطقة؛ حتى إذا ما تغطى كامل قرص الشمس بذلك الغشاء الناتج عن سقوط مخروط شبه ظل القمر على تلك المنطقة، غدا النهار كاللحاً. ويسمّر الأمر كذلك قرابة ساعتين، حيث تغطي الظلمة جزءاً جانبياً من الشمس؛ وهذا

ج) أن تكون المسافة بين الأرض والقمر أكبر من طول مخروط ظل القمر؛ وعندها لا يستطيع بلوغ الأرض، وإنما يسقط عليها مخروط شبه ظل القمر، أي مخروط ظلّيله فقط.

- المراحل التي يمر بها الكسوف الحلقي الجزئي:
تمر المنطقة التي يحدث فيها كسوف جزئي حلقي بنفس الأحداث التي استعرضناها عند حدوث الكسوف الكلي. ويختصر وجه الاختلاف في أنه عندما يمس رأس مخروط ظل القمر سطح المنطقة الأرضية، أو يكون قريباً منه، يلاحظ أن دائرة سوداء قد أخذت تزحف على سطح الشمس بدءاً من يسارها إلى يمينها، وتكون أصغر مساحة من قرص الشمس.

وعندما تحل تلك الدائرة المظلمة وسط الشمس، تترك حولها حلقة مبيزة تمتد البقعة الأرضية، التي تعرّضت لهذا الكسوف الحلقي، بنور خفيف يجعل ضوء النهار ضعيفاً كالبحا وكامداً، وكان الليل يكاد يرخي سدوله.

والفترة التي يستغرقها استقرار القرص الأسود المظلم في وسط قرص الشمس لا تزيد على (4) دقائق إلا إذا حدث مثل هذا الكسوف على خط الاستواء، إذ تمتد فترة بقائه إلى (7 ½) دقائق. أما المدة التي يستغرقها دخول المنطقة

الشَّمْسِ بِرَيْقِهِ السَّاطِعِ، وَلِنُورِ النَّهَارِ بِهِجْتَهُ وَطَلَّاقَتَهُ.

وَيَتَكَرَّرُ حَدُوثُ الْكُسُوفِ الْجُزْئِيِّ مِنْ (2 - 3) مَرَّاتٍ فِي الْعَامِ الْوَاحِدِ، عِلْمًا بِأَنَّ هُنَاكَ سِنِينَ لَمْ يَحْدُثْ فِيهَا أَيُّ كُسُوفٍ إِطْلَاقًا، إِمَّا لِعَدَمِ حَدُوثِ اقْتِرَانٍ أَوْ لِأَنَّ الْاِقْتِرَانَ يَحْدُثُ حِينَ يَكُونُ الْقَمَرُ بَعِيدًا بَعْدًا كَبِيرًا عَنِ الْأَرْضِ، مِمَّا يَجْعَلُ نَهَائِيَّةَ مَخْرُوطِ شَبِّهِ ظِلِّهِ الَّذِي يُصِيبُ الْأَرْضَ ذَا شَفَافِيَّةٍ كَبِيرَةٍ، الْأَمْرُ الَّذِي يُؤَدِّي إِلَى عَدَمِ حَجَبِ أَيِّ جُزْءٍ مِنْ أَشِعَّةِ الشَّمْسِ عَبْرَ الْأَرْضِ.

الدَّوْرَةُ الْكُسُوفِيَّةُ Ecliptic cycle

لَا حَظَّ عُلَمَاءِ الْفَلَكَ أَنَّ عَدَدَ مَرَّاتِ الْكُسُوفِ وَالْحُسُوفِ بِنَوْعَيْهِ الْكَامِلِ وَالْجُزْئِيِّ يَتَكَرَّرُ ذَاتُهُ كُلَّ (18) سَنَةً وَ(8) أَشْهُرٍ، فَاسْمَوْا هَذِهِ الْفَتْرَةَ بِالدَّوْرَةِ الْكُسُوفِيَّةِ. وَكَانَ عُلَمَاءُ الْفَلَكَ الْكَلْدَانِيُّونَ قَدْ تَوَصَّلُوا إِلَى مَعْرِفَةِ تِلْكَ الدَّوْرَةِ، وَأَسَمَوْهَا (ساروس)، إِنَّمَا أَخْطَوْا خَطًا بَسِيطًا فِي طُولِ تِلْكَ الدَّوْرَةِ، إِذِ اعْتَبَرُوهَا (18) سَنَةً وَ(10) أَيَّامًا إِذَا كَانَتِ السَّنَةُ الَّتِي انْتَهَتْ فِيهَا الدَّوْرَةُ عَادِيَّةً، وَ(18) سَنَةً وَ(11) يَوْمًا إِذَا كَانَتِ السَّنَةُ الَّتِي انْتَهَتْ فِيهَا الدَّوْرَةُ كَبِيسَةً. وَالسَّرُّ فِي حَدُوثِ تِلْكَ الدَّوْرَةِ:

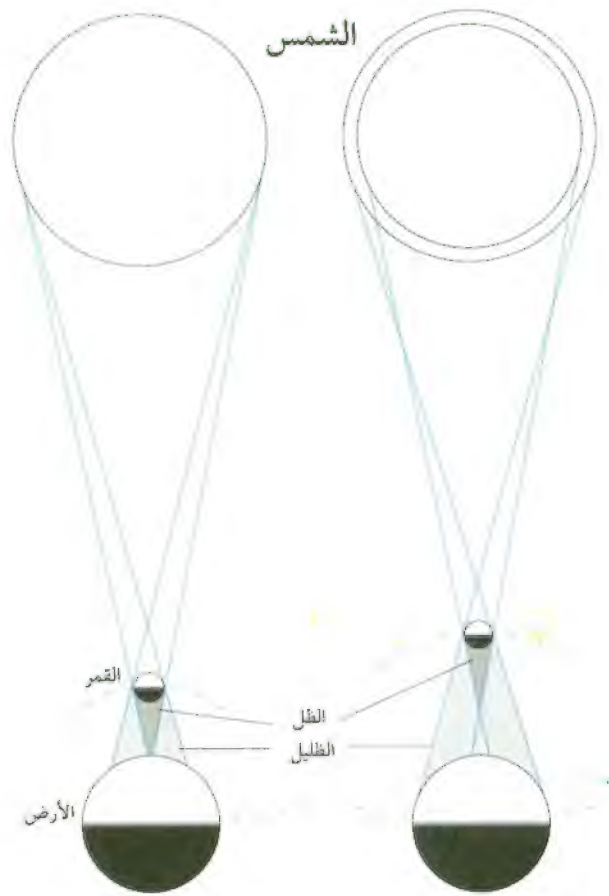
(أ) اخْتِلَافُ مَكَانِ عُقْدَةِ الصُّعُودِ:

إِنَّ عُقْدَةَ الصُّعُودِ، أَيْ نُقْطَةَ تَقَاطُعِ خَطِّ الْاِسْتِوَاءِ مَعَ مَدَارِ الْقَمَرِ وَمَعَ الدَّائِرَةِ الْكُسُوفِيَّةِ لَيْسَتْ ثَابِتَةً فِي مَكَانِهَا، وَإِنَّمَا تَتَحَرَّكُ بِحَرَكَةٍ تَرَاجُعِيَّةٍ عَلَى الدَّائِرَةِ الْكُسُوفِيَّةِ بِمِقْدَارِ (2.10.38) يَوْمِيًّا، أَيْ أَنَّهَا تَتَحَرَّكُ نَحْوَ الْجِهَةِ الْمُعَاكِسَةِ لِجِهَةِ دَوْرَانِ الْقَمَرِ.

فَلَوْ فَرَضْنَا أَنَّ نُقْطَةَ الصُّعُودِ كَانَتْ أَمَامَ خَطِّ طُولِ (0) السَّمَاءِيِّ، فَإِنَّ تِلْكَ النُّقْطَةَ لَا تَعُودُ إِلَى مَكَانِهَا إِلَّا بَعْدَ (18) سَنَةً وَ(8) أَشْهُرٍ.

(ب) عَدَمُ ثَبَاتِ مَدَارِ الْقَمَرِ فِي مَكَانِهِ:

إِذْ بَعْدَ أَنْ يَكُونُ مَدَارُ الْقَمَرِ حَاصِرًا الدَّائِرَةَ الْكُسُوفِيَّةَ بَيْنَهُ



يَعْنِي أَنَّ مَخْرُوطَ ظِلِّ الْقَمَرِ قَدْ بَلَغَ تِلْكَ الْمِنْطَقَةَ مِنَ الْأَرْضِ. وَعِنْدَهَا يَضْعُفُ نُورُ الشَّمْسِ كَثِيرًا، وَيُضْبِحُ نُورُ نَهَارِ الْمِنْطَقَةِ كَامِدًا لِمُدَّةٍ دَقِيقَتَيْنِ، حَيْثُ تَنْزَاحُ تِلْكَ الظُّلْمَةُ عَنِ الْجُزْءِ الَّذِي غَطَّتْهُ مِنْ قُرْصِ الشَّمْسِ؛ وَيَظِلُّ نُورُ النَّهَارِ، بَعْدَ ذَلِكَ، مُدَّةَ سَاعَتَيْنِ كَالِحًا إِلَى أَنْ يَزُولَ مَخْرُوطُ شَبِّهِ ظِلِّ الْقَمَرِ عَنْ تِلْكَ الْمِنْطَقَةِ نَهَائِيًّا؛ وَعِنْدَهَا يَعُودُ لِلشَّمْسِ نُورُهَا السَّاطِعُ، وَلِنَهَارِ تِلْكَ الْمِنْطَقَةِ بِهِجْتَهُ وَطَلَّاقَتَهُ.

أَمَّا إِذَا مَا حَدَثَ اقْتِرَانٌ، وَكَانَ بَعْدَ الْقَمَرِ عَنِ الْأَرْضِ أَكْبَرَ مِنْ طُولِ مَخْرُوطِ ظِلِّ الْقَمَرِ، فَإِنَّ الْمِنْطَقَةَ الْأَرْضِيَّةَ الَّتِي يَبْلُغُهَا مَخْرُوطُ شَبِّهِ ظِلِّ الْقَمَرِ فَقَطْ، يَكُونُ الْكُسُوفُ فِيهَا جُزْئِيًّا، وَيَبْدُو قُرْصُهَا وَقَدْ غَطَّاهُ غِشَاءٌ يُضْعِفُ مِنْ نُورِهِ، وَيُؤَدِّي إِلَى إِضْعَافِ نُورِ نَهَارِ الْمِنْطَقَةِ وَجَعْلِهِ كَالِحًا؛ وَيَسْتَمِرُّ كَذَلِكَ لِمُدَّةٍ تَتَرَاوَحُ بَيْنَ (2 - 4) سَاعَاتٍ، حَسَبَ اتِّسَاعِ قَاعِدَةِ مَخْرُوطِ شَبِّهِ ظِلِّ الْقَمَرِ، حَيْثُ يَعُودُ بَعْدَهَا لِقُرْصِ



شَمْسٌ مُتَّصِفٌ اللَّيْلُ فِي التَّرْوِيجِ

الدَّرَاسَاتُ الْفَلَكِيَّةُ، (4600) مِلْيُونِ سَنَةٍ. وَيُقَدَّرُ أَنَّهُ لَا زَالَ أَمَامَهَا (4600) مِلْيُونِ سَنَةٍ أُخْرَى حَتَّى تَنْطَفِئَ، إِذِ اسْتَهْلَكَتْ حَتَّى الْآنَ نِصْفَ كَمِيَّةِ غَازِ (الهيدروجين) الْمَوْجُودِ فِيهَا، مُحَوَّلَةً إِيَّاهُ إِلَى غَازِ (الهيليوم) لِتَوَلِيدِ الطَّاقَةِ الْمُنْبَعِثَةِ مِنْهَا.

وَهِيَ تَحْتَلُّ بَيْنَ نُجُومِ السَّمَاءِ مَرَكَزاً وَسَطاً؛ فَلَا هِيَ مِنَ النُّجُومِ الصَّغِيرَةِ ذَاتِ الْإِشْعَاعِ الْقَلِيلِ، وَلَا هِيَ مِنَ النُّجُومِ الْكَبِيرَةِ ذَاتِ النُّورِ الْمَهِيْبِ.

وَتَسْتَهْلِكُ الشَّمْسُ غَازَهَا الْهَيْدُرُوجِيَّ بِمُعَدَّلِ (40) مِلْيُونِ طَنًا فِي الثَّانِيَةِ، مُحَوَّلَةً إِيَّاهُ إِلَى غَازِ (الهيليوم) الَّذِي يُطْلَقُ عَلَيْهِ اسْمُ (رَمَادِ الْهَيْدُرُوجِيْنِ)، إِلَّا أَنَّ هَذَا الْاسْتِهْلَاكَ لَنْ يَبْقَى مُنْتَظِماً عَلَى هَذَا الشَّكْلِ، لِأَنَّ مَادَّةَ (الهيليوم) الَّتِي

وَبَيْنَ خَطِّ الْإِسْتِوَاءِ، وَمُشَكَّلاً بَيْنَهُ وَبَيْنَ خَطِّ الْإِسْتِوَاءِ فِي أَبْعَدِ نُقْطَةٍ عَنْهُ زَاوِيَّةٌ قَدَرُهَا (28.45)، يَأْخُذُ بِالِاقْتِرَابِ مِنْ خَطِّ الْإِسْتِوَاءِ، وَتَأْخُذُ الزَّاوِيَةُ الَّتِي يُشَكِّلُهَا مِثْلُهُ عَلَى خَطِّ الْإِسْتِوَاءِ بِالصَّغَرِ بِمِقْدَارِ (18) دَقِيقَةً كُلَّ (173) يَوْماً. وَيَظَلُّ مُسْتَمِرّاً فِي اقْتِرَابِهِ ذَلِكَ حَتَّى يُصْبِحَ مُحْضُوراً بَيْنَ دَائِرَةِ الْكُسُوفِ وَالْخُسُوفِ مِنْ جِهَةٍ، وَبَيْنَ خَطِّ الْإِسْتِوَاءِ مِنْ جِهَةٍ ثَانِيَةٍ، وَتُصْبِحُ الزَّاوِيَةُ الَّتِي يُشَكِّلُهَا مِثْلُهُ عَلَى خَطِّ الْإِسْتِوَاءِ (27.18)، وَهِيَ أَقْرَبُ مَسَافَةٍ إِلَى خَطِّ الْإِسْتِوَاءِ يَنْلُغُهَا مَدَارُ الْقَمَرِ. وَيَكُونُ قَدْ انْقَضَى مُنْذُ بَدَايَةِ تَحَرُّكِ مَدَارِ الْقَمَرِ، وَحَتَّى بُلُوغِهِ هَذِهِ الْمَرَحَلَةَ، مُدَّةُ (18) سَنَةٍ وَ(8) أَشْهُرٍ، أَيُّ دَوْرَةِ كُسُوفِيَّةٍ كَامِلَةٍ.

وَلَكِنِّي يَعُودُ الْقَمَرُ إِلَى أَبْعَدِ نُقْطَةٍ لَهُ عَنْ خَطِّ الْإِسْتِوَاءِ، وَالَّتِي كَانَ فِيهَا، يَحْتَاجُ إِلَى فِتْرَةٍ (18) سَنَةٍ وَ(8) أَشْهُرٍ، أَيُّ فِتْرَةٍ كُسُوفِيَّةٍ كَامِلَةٍ ثَانِيَةٍ.

وَلَا بُدَّ مِنْ أَنَّ نُلَاحِظُ فِي هَذَا الْمَجَالِ أَنَّ مَدَارَ الْقَمَرِ عِنْدَمَا يَكُونُ فِي أَبْعَدِ نُقْطَةٍ لَهُ عَنْ خَطِّ الْإِسْتِوَاءِ يُشَكِّلُ مَعَ دَائِرَةِ الْكُسُوفِ وَالْخُسُوفِ زَاوِيَّةً قَدَرُهَا (5.18) دَرَجَاتٍ، وَمَعَ خَطِّ الْإِسْتِوَاءِ زَاوِيَّةً قَدَرُهَا (28.45)، وَهِيَ زَاوِيَّةٌ مُوجِبَةٌ بِالنِّسْبَةِ لِنِصْفِ الْقُبَّةِ السَّمَاءِيَّةِ الشَّمَالِيِّ وَسَالِبَةٌ بِالنِّسْبَةِ لِنِصْفِ الْقُبَّةِ السَّمَاءِيَّةِ الْجَنُوبِيِّ. أَمَّا مَدَارُهُ فِي أَقْرَبِ نُقْطَةٍ لَهُ إِلَى خَطِّ الْإِسْتِوَاءِ فَيُشَكِّلُ مَعَ دَائِرَةِ الْكُسُوفِ وَالْخُسُوفِ زَاوِيَّةً قَدَرُهَا (5) دَرَجَاتٍ فَقَطْ، وَمَعَ خَطِّ الْإِسْتِوَاءِ زَاوِيَّةً قَدَرُهَا (27.18) دَرَجَةً.

شَمْسٌ مُتَّصِفٌ اللَّيْلُ

فِي شَمَالِ الْكُرَةِ الْأَرْضِيَّةِ وَنَتِيجَةً لِمِيلَانِ مِحْوَرِ الْأَرْضِ فَإِنَّ الشَّمْسَ قَدْ تُشْرِقُ عِدَّةَ أَشْهُرٍ مُتَوَالِيَةٍ، كَمَا نَشَاهِدُ هُنَا شَمْسٌ مُتَّصِفٌ اللَّيْلُ Midnight sun فِي التَّرْوِيجِ.

عُمْرُ الشَّمْسِ

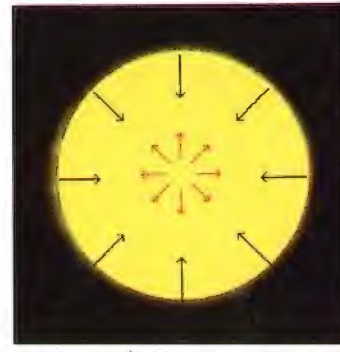
لَقَدْ مَضَى عَلَى تَكْوُنِ الشَّمْسِ، حَسْبَمَا انْتَهَتْ إِلَيْهِ

منها يحجم دلو الماء مُعَادِلًا لَوِزْنِ بَارِجَةٍ حَرَبِيَّةٍ ضَخْمَةٍ .
وَمَعَ ذَلِكَ ، فَسَتَظَلُّ الشَّمْسُ قَادِرَةً عَلَى إِرْسَالِ الْأَشِعَّةِ
الْمُسَمَّاةِ (مَا تَحْتَ الْحَمْرَاءِ) لِمُدَّةِ (5) مِلْيَارَتِ أُخْرَى مِنْ
السِّنِينَ لِتَنْطَفِئَ جَذْوَتُهَا نَهَائِيًّا ، حَيْثُ يَتَوَقَّفُ التَّفَاعُلُ النَّوَوِيُّ
فِيهَا تَمَامًا ، وَتَعُمُّ الظُّلْمَةُ الْفَضَاءَ الْمُحِيطَ بِالشَّمْسِ وَالْأَبْعَادَ
الْفَضَائِيَّةَ الْكَبِيرَةَ الْقَائِمَةَ حَوْلَهَا .

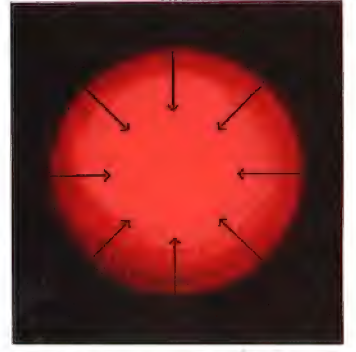
وَقَدْ اسْتَبْعَدَ الْعُلَمَاءُ إِمْكَانِيَّةَ حُدُوثِ انْفِجَارٍ فِي شَمْسِنَا
وَهِيَ فِي طَرِيقِهَا إِلَى التَّضَخُّمِ ، وَالْدُّخُولِ فِي زُمْرَةِ الْعَمَالِقِ
الْحُمْرِ الَّتِي يَنْفَجِرُ بَعْضُهَا ؛ وَقَالُوا إِنَّ حُدُوثَ مِثْلِ هَذَا الانْفِجَارِ
لِشَمْسِنَا هُوَ اِحْتِمَالٌ بَعِيدُ الْوُقُوعِ ، إِذْ لَا تَتَجَاوَزُ فُرْصَةَ حُدُوثِهِ
نِسْبَةً وَاحِدٍ إِلَى عِدَّةِ بِلَايِينَ .



يَعُدُّ الْعُلَمَاءُ أَنَّ الشَّمْسَ سَتَتَمَدَّدُ خِلَالَ خَمْسَةِ مِلْيَارَاتِ أُخْرَى مِنَ الْأَعْوَامِ بَعْدَ أَنْ يَفْنَدَ الْقِسْمُ الْأَكْبَرُ
مِنَ الْهَيْدروجينِ وَتَتَحَوَّلَ إِلَى كُرَّةٍ خُمْرَاءٍ عِنْدَاقَةٍ تَبْلُغُ الزُّهْرَةَ وَتُجْعَلُ سَطْحُ الْأَرْضِ نِيبَةً ذَالِبَةً .
وَسَوْفَ تَتَمَدَّدُ الطَّبَقَاتُ الْخَارِجِيَّةُ فِي الْفَضَاءِ وَتُصْبِحُ الشَّمْسُ بَعْدَ ذَلِكَ مَا يُسَمَّى «بِالْقَزَمِ الْأَبْيَضِ»
وَعِنْدَمَا تَبْرُدُ فَتَنْتَهِي مِنْهَا إِلَّا مَا يُسَمَّى «بِالْقَزَمِ الْأَسْوَدِ» .



الشَّمْسُ حَالِيًا نَجْمٌ صَغِيرٌ أَصْفَرٌ وَتَحْتَفِظُ بِحِجْمِهَا لِأَنَّ الْحَرَارَةَ
بِدَاخِلِهَا تَحْدُثُ ضَغْطًا (الْأَسْهَمُ الْحُمْرَاءُ) تَتَعَادَلُ قُوَّتُهُ مَعَ قُوَّةِ
جَذْبِ الشَّمْسِ ، وَهَذَا التَّوَالُزُ يُعْمَلُ عَلَى إِقْبَاءِ الْغَازَاتِ فِي
الشَّمْسِ دُونَ أَنْ تَتَمَاتِكَ .



الشَّمْسُ وَجَدَتْ مُنْذُ نَحْوِ (4.6) مِلْيَارِ سَنَةٍ عِنْدَمَا تَجْمَعُ الْغَازُ
وَالْفُضَاءُ بِوَسَاطَةِ الْجَاذِبِيَّةِ (الْأَسْهَمُ الشُّوَدَاءُ) وَعِنْدَمَا
تَقْلُصُ هَذِهِ الطَّاقَةُ الشَّمْسِيَّةُ إِذْذَابَتِ الْحَرَارَةُ عِنْدَ الْمَرْكَزِ ،
فَتُنْشِطُ التَّفَاعُلَاتُ الْخَارِجِيَّةُ النَّوَوِيَّةُ مُنْتِجَةً الطَّاقَةَ .

يَزْدَادُ حَجْمُهَا فِي الشَّمْسِ سُرْعَةً مِنْ حَجْمِ النَّوَةِ الشَّمْسِيَّةِ ،
وَعِنْدَهَا سَتَحْدُثُ تَفَاعُلَاتٌ جَدِيدَةٌ تَدْفَعُ الشَّمْسَ لِاسْتِهْلَاكِ
وَقُودِهَا الْهَيْدروجِينِيِّ بِشَكْلِ أَسْرَعَ ، وَهَذَا مَا يَجْعَلُهَا تَتَنَفَّخُ
وَيَكْبُرُ قُطْرُهَا ، وَيَزْدَادُ مِقْدَارُ الْحَرَارَةِ الَّتِي تَشُعُّهَا .

وَقَدْ قَدَّرَ الْعُلَمَاءُ أَنَّهُ بَعْدَ مُضِيِّ (1000) مِلْيُونِ سَنَةٍ
فَقَطْ ، سَتَرْتَفِعُ الْحَرَارَةُ فِي الشَّمْسِ ارْتِفَاعًا كَبِيرًا ، وَسَتَرْتَفِعُ
تَبَعًا لِذَلِكَ حَرَارَةُ الْكَوَاكِبِ الشَّمْسِيَّةِ ، وَمِنْهَا الْأَرْضُ الَّتِي
تُصْبِحُ حَرَارَتُهَا فِي حُدُودِ (5000) دَرَجَةِ مِئْوِيَّةٍ ، وَعِنْدَهَا
سَتَغْلِي مِيَاهُ الْمُحِيطَاتِ وَالْبَحَارِ وَالْبَحِيرَاتِ وَالْأَنْهَارِ ،
وَتَتَبَخَّرُ ، وَسَيَذُوبُ عَدَدٌ كَبِيرٌ مِنَ الْمَعَادِنِ ، كَمَا سَتَلْتَهَبُ
قِشْرَةُ الْأَرْضِ . وَتُرَى الشَّمْسُ عِنْدَهَا كُرَّةً ضَخْمَةً بُرْتُقَالِيَّةَ
الْلَوْنِ ، لَا تَلْبَثُ أَنْ تَتَحَوَّلَ بَعْدَ مِائَاتِ مِلْيَايِينَ السِّنِينَ إِلَى كُرَّةٍ
خُمْرَاءِ اللَّوْنِ ، حَيْثُ تَدْخُلُ فِي زُمْرَةِ النُّجُومِ الْمُسَمَّاةِ (الْمَرْدَّةِ
الْحُمْرِ) . وَتَظَلُّ عَلَى هَذِهِ الْحَالِ حَوَالِي (2000) مِلْيُونِ عَامٍ ،
وَهِيَ آخِذَةٌ خِلَالَ ذَلِكَ بِالْإِنْكِمَاشِ التَّدرِيجِيِّ عَلَى نَفْسِهَا ،
كَمَا تَفْقِدُ جَمِيعَ وَقُودِهَا الْهَيْدروجِينِيِّ ، وَيُصْبِحُ النُّورُ الْبَاهِتُ
الَّذِي تَشُعُّهُ هُوَ النُّورُ النَّاتِجُ عَنِ الْحَرَكَةِ التَّنَاقُلِيَّةِ ، أَيَّ عَنْ ضَغْطِ
الْأَطْرَافِ عَلَى النَّوَةِ . وَيَظَلُّ انْكِمَاشُهَا عَلَى نَفْسِهَا مُسْتَمِرًّا
حَتَّى يُصْبِحَ حَجْمُهَا أَصْغَرَ مِنْ حَجْمِ الْأَرْضِ ، وَيَنْقَلِبُ لَوْنُ
أَشْعَانِهَا لِيُصْبِحَ بَيْضَاءَ ، وَعِنْدَهَا تَكُونُ الشَّمْسُ قَدْ دَخَلَتْ فِي
زُمْرَةِ النُّجُومِ الْمُسَمَّاةِ (الْأَقْزَامِ الْبَيْضَاءِ) ، وَيُصْبِحُ وَزْنُ كُنْثَلَةِ



الكوكب (عطارد)
كما سُرِّدَ لِنِسْرَةِ الشَّامِ (أكتوبر 10)
وغيره من طريقه إلى



عطارد

عُطَارْدُ Mercury

(الْكَوْكَبُ الْحَارُّ)

أَقْرَبُ الْكَوَاكِبِ إِلَى الشَّمْسِ، إِذْ لَا تَفْصِلُهُ عَنْهَا إِلَّا مَسَافَةٌ (57.9) مِليُونِ كِيلُومِترٍ، كَمَا أَنَّهُ أَصْغَرُ كَوْكَبٍ بَيْنَ كَوَاكِبِ الْمَنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ؛ وَقُرْبُ الْكَوْكَبِ (عُطَارْدِ) مِنَ الشَّمْسِ جَعَلَ رَصْدَهُ صَعْبًا، فَهُوَ لَا يُرَى إِلَّا فِي أَدْنَى الْأُفُقِ الشَّرْقِيِّ بُعِيدَ شُرُوقِ الشَّمْسِ، وَفِي أَدْنَى الْأُفُقِ الْغَرْبِيِّ قُبَيْلَ غُرُوبِ الشَّمْسِ.



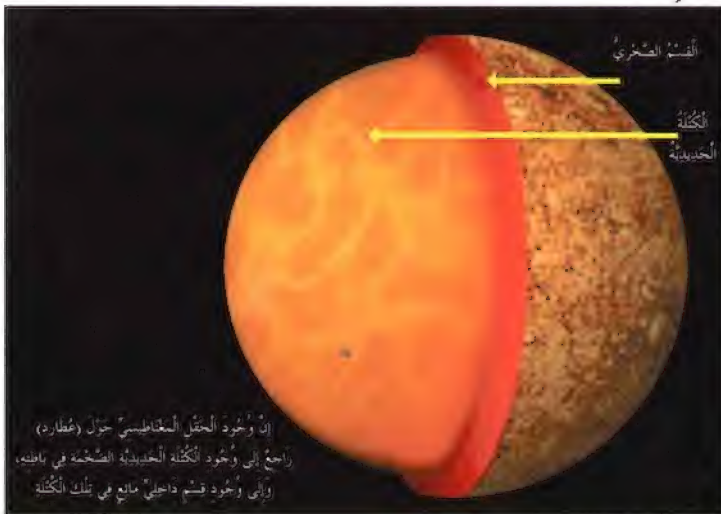
تَبْدَأُ تَبَاشِيرُ الْفَجْرِ فِي عُطَارْدِ الَّذِي سَطْوَعُهُ أَشَدُّ مِنْ سَطْوَعِ الْفَجْرِ عَلَى الْأَرْضِ بِعَشْرِ مَرَاتٍ، بِتَوَهُّجَاتٍ مِنَ الْإِكْلِيلِ الشَّمْسِيِّ مُمتَدَّةٍ عَلَى الْأُفُقِ، وَهِيَ تُضِيءُ مُنْحَدَرَاتُ دَيْسَكْفَرِي الشَّدِيدَةِ.

وَيُعِيقُ رَصْدَهُ رَصْدًا وَاضِحًا، سُمْكُ الْغِلَافِ الْغَازِيِّ الْأَرْضِيِّ الْقَائِمِ بَيْنَنَا وَبَيْنَهُ، وَكَثَافَةُ ذَلِكَ الْغِلَافِ، بِسَبَبِ قُرْبِهِ مِنْ سَطْحِ الْأَرْضِ، حَيْثُ تَكْثُرُ فِيهِ ذَرَاتُ الْغُبَارِ. إِنَّهُ نَفْسُ الْأَمْرِ الَّذِي يُؤَدِّي إِلَى جَعْلِ نُورِ الشَّمْسِ ضَعِيفًا عِنْدَ شُرُوقِهَا وَعِنْدَ غُرُوبِهَا، إِذْ يَتَحَوَّلُ قُرْصُهَا السَّاطِعُ إِلَى قُرْصِ ذِي لَوْنٍ أَحْمَرَ قَانَ يُمَكِّنُ لِلْإِنْسَانِ أَنْ يَنْظُرَ إِلَيْهِ أحيانًا بِالْعَيْنِ الْمُجَرَّدَةِ. وَنَفْسُ الْأَمْرِ يَحْدُثُ لِلْقَمَرِ عِنْدَ شُرُوقِهِ وَغُرُوبِهِ، إِذْ يُصْبِحُ قُرْصُهُ الْفِضِّيُّ بَاهِتًا مَائِلًا إِلَى الْإِحْمَرِ.

لِذَا فَإِنَّ الْمَعْلُومَاتِ الدَّقِيقَةَ عَنِ الْكَوْكَبِ (عُطَارْدِ)، وَعَنْ سَطْحِهِ بِصُورَةٍ خَاصَّةٍ، لَمْ تَتَوَفَّرْ إِلَّا بَعْدَ اسْتِخْدَامِ الْأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ فِي أَعْمَالِ السَّبْرِ وَالْكَشْفِ الْفَضَائِيِّينَ، إِذْ اسْتَطَاعَ الْقَمَرُ الصَّنَاعِيُّ الْمُسَمَّى (مارينر-10) الَّذِي أَطْلَقَتْهُ الْوَلَايَاتُ الْمُتَّحِدَةُ بِاتِّجَاهِ هَذَا الْكَوْكَبِ فِي عَامِ 1974م، أَنْ يَقْتَرِبَ مِنْهُ حَتَّى مَسَافَةِ (800) كَم، إِذْ قَامَ بِتَصْوِيرِ سَطْحِهِ وَجَمْعِ

كثافة عطار

كثافة هذا الكوكب مُرتفعة، برغم صغر حجمه، بسبب ضخامة كتلته الباطنية المُولفة من معدن الحديد في الدرجة الأولى، والتي تشغل (75%) من حجمه. وتبلغ كثافته (5.44) غ/سم³ وهي كثافة قريبة جداً من كثافة الأرض برغم الفرق الكبير بين حجميهما كما مر معنا.



كُتِلَ عَطَارِد

نَظَرًا لِصِغَرِ حَجْمِهِ، فَإِنَّ كُتْلَتَهُ لَا تُسَاوِي أَكْثَرَ مِنْ (0.055) مِنْ كُتْلَةِ الْأَرْضِ.

بَنِيَّةُ عَطَّارِد

يَتَأَلَّفُ هَذَا الْكَوْكَبُ مِنْ نَوَاحٍ حَدِيدِيَّةٍ ضَخْمَةٍ تَمْتَدُّ مِنْ
مَرَكِّزِهِ حَتَّى ارْتِفَاعِ (1800) كَم، وَهَذَا يَعْنِي أَنَّهَا تَشْغُلُ



الْمَعْلُومَاتِ عَنْهُ، وَبَيَّنَّ تِلْكَ الصُّورَ وَنَقَلَ تِلْكَ الْمَعْلُومَاتِ إِلَى
مَرْكَزِ الْمُرَاقَبَةِ الْأَرْضِيَّةِ فِي الْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ؛ وَعِنْدَهَا أَمَكَنَ
التَّعَرُّفُ إِلَى سَطْحِهِ، وَبُنْيَانِهِ، وَجَوْهٍ، وَحَقْلِهِ الْمِغْنَاطِيَّيَّ،
وَالِإِلَى غَيْرِ ذَلِكَ مِنَ الْمَعْلُومَاتِ الَّتِي سَنَسْتَعْرِضُهَا فِيمَا يَلِي :

شَكْلُ عُطَارِدٍ

كَوْكَبٌ كُرْوِيٌّ، لَا تَفْلُحُ فِيهِ عِنْدَ الْقُطَيْبِ، كَمَا أَنَّهُ غَيْرُ
مُتَّفَحٍ عِنْدَ خَطِّ اسْتَوَائِهِ، وَالسَّرُّ فِي ذَلِكَ رَاجِعٌ إِلَى دَوْرَتِهِ
الْبَطِيئَةِ حَوْلَ نَفْسِهِ، مِمَّا أَدَّى إِلَى ضَعْفِ شَأْنِ الْقُوَّةِ النَّابِذَةِ فِيهِ
لِلدَّرَجَةِ كَبِيرَةِ.

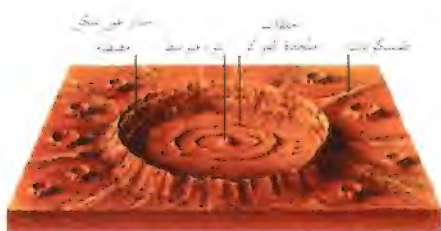
أَبْعَادُ وَحَجْمُ عُطَارِدِ



يَبْلُغُ طُولُ نِصْفِ قُطْرِ هَذَا الْكَوْكَبِ (2439) كَمْ،
وَبِذَلِكَ يَكُونُ أَصْغَرُ الْكَوَاكِبِ حَجْمًا، إِذْ لَا يُعَادِلُ حَجْمُهُ إِلَّا
(18/1) مِنْ حَجْمِ الْكُرَةِ الْأَرْضِيَّةِ.



التَّفَكُّكِ اللَّيِّ الَّذِي أَصَابَهَا، سَطَحَ ذَلِكَ الْكَوْكَبِ.
وَمِنْ أَهَمِّ التَّضَارِيسِ الْآخَرَى الَّتِي كَشَفَتْ عَنْهَا الْمَرَكَبَةُ،
(مارينر - 10) وَجُودُ حَوْضٍ كَبِيرٍ عَلَى سَطْحِهِ، يَبْلُغُ طُولُ
قُطْرِهِ (1300) كَم، دُعِيَ بِحَوْضِ (كالوريس)، وَيُعْتَقَدُ أَنَّهُ
نَاشِئٌ عَنِ اصْطِدَامِ نَيْزِكٍ ضَخْمٍ بِسَطْحِ هَذَا الْكَوْكَبِ، هَذَا
بِالإِضَافَةِ إِلَى عَدَدٍ كَبِيرٍ مِنَ التَّلَالِ ذَاتِ الشَّكْلِ الْمُشَوَّشِ تَمَلَّأَ
سَطْحَ ذَلِكَ الْحَوْضِ.



تَكَوَّنَتْ فُوهَةُ كَالُورِيسِ حِينَ ضَرَبَتْ قَذِيفَةُ عُمَلَاةٍ قُطْرُهَا (100) كَم كَوْكَبِ
عُطَارْدٍ مُنْذُ 3.6 بِلْيُونِ سَنَةٍ. وَقَدْ انْتَشَرَتْ مَوْجَاتُ صُدْمٍ فِي الْكَوْكَبِ مُولِّدَةً
تَضَارِيسَ مِنَ التَّلَالِ وَالْخُطُوطِ فِي الْجِهَةِ الْمُقَابِلَةِ، وَتَتَأَلَّفُ حَوْضُ كَالُورِيسِ
نَفْسُهَا مِنْ مَوْجَاتٍ مُتَمَرِّكَةٍ تَجَمَّدَتْ فِي مَكَانِهَا بَعْدَ الصَّدَمِ. وَقَدْ غَطَى الْقَاغُ
الْمُنْبَسِطُ لِلْفُوهَةِ الَّتِي قُطْرُهَا (1300) كَم وَقَدْ غُطِيَ مُنْذُ ذَلِكَ الْحِينِ بِفُوهَاتٍ
أَصْغَرَ.

كَمَا تَنْتَشِرُ عَلَى سَطْحِهِ جُرُوفٌ صَخْرِيَّةٌ مِرْوَحِيَّةُ الشَّكْلِ،
تَنْتَهِي بِجُدُرٍ قَائِمَةٍ، وَهِيَ ذَاتُ سَطْحٍ مُشَوَّشٍ أَيْضًا، وَتَمْتَدُّ
لِمَسَافَاتٍ كَبِيرَةٍ، يَغْلِبُ عَلَى الظَّنِّ أَنَّهَا نَشَأَتْ عَنْ تَقْلُصِّ
وَتَمَدُّدٍ عَنِيفَيْنِ وَسَرِيعَيْنِ تَعَرَّضَ لَهُمَا سَطْحُ هَذَا الْكَوْكَبِ.



(75 %) مِنْ حَجْمِهِ، وَهَذَا مَا أَدَّى إِلَى رَفْعِ كَثَافَتِهِ،
بِرَّغْمِ صِغَرِ حَجْمِهِ، وَإِحَاطَتِهِ بِحَقْلٍ مِغْنَاطِيصِيٍّ. وَيَقُومُ
فَوْقَ تِلْكَ التَّوَاةِ الْحَدِيدِيَّةِ غِطَاءٌ مِنَ الصُّخُورِ الْبُرْكَانِيَّةِ،
وَاللَّابَاتِ الْحُمَمِيَّةِ.

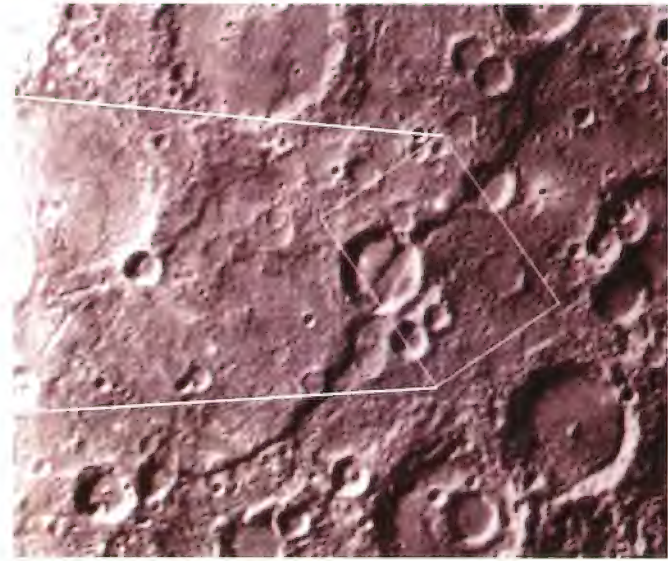
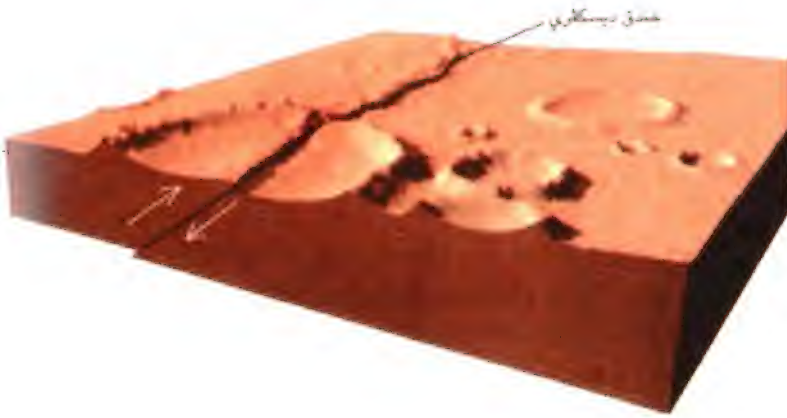
سَطْحُ عُطَارْدٍ

تَكَادُ تَغْطِي سَطْحَ (عُطَارْدٍ) الْفُوهَاتُ النَّيْزِكِيَّةُ الضَّخْمَةُ
الَّتِي تُشَبِّهُ الْفُوهَاتِ الْبُرْكَانِيَّةِ، إِنَّمَا عَلَى مُسْتَوًى أَوْسَعٍ،
إِذْ يَبْصُلُ قُطْرُ بَعْضِهَا إِلَى نَحْوِ (100) كَم، وَتَحِيطُ بِتِلْكَ
الْفُوهَاتِ الْوَاسِعَةِ فُوهَاتُ بُرْكَانِيَّةٍ صَغِيرَةٍ سَبَبَتْهَا الْإِنْدِفَاعَاتُ
الْبُرْكَانِيَّةُ الَّتِي نَشَأَتْ عَنِ ارْتِطَامِ النَّيْزِكِ الضَّخْمِ بِسَطْحِهِ؛
تِلْكَ الْإِنْدِفَاعَاتُ الَّتِي أَخَذَتْ طَرِيقَهَا إِلَى سَطْحِ الْكَوْكَبِ
عَبْرَ الشَّقُوقِ الْعَدِيدَةِ الَّتِي سَبَبَهَا ذَلِكَ الْإِرْتِطَامُ النَّيْزِكِيُّ.



يَحْتَوِي الْمَوْقِعُ الْمُقَابِلُ قُطْرِيًّا لِكَالُورِيسِ عَلَى تَضَارِيسٍ شَوَاشِيَّةٍ جِدًّا مُؤَلَّفَةٍ مِنْ
تَّلَالٍ وَصُدُوعٍ تَكَوَّنَتْ عَقَبَ الصَّدْمَةِ الَّتِي ضَرَبَتْ الْجَانِبَ الْآخَرَ مِنَ الْكَوْكَبِ.
وَقَدْ تَكَوَّنَتْ فُوهَةُ بَتْرَارِكْ (فِي الْوَسْطِ) مِنْ صَدْمَةٍ حَدَثَتْ فِي زَمَنِ أَحَدَتْ،
وَهَذَا يَتَبَيَّنُ بِوُضُوحٍ مِنْ نَدْرَةِ الْفُوهَاتِ الْأَصْغَرِ الْمُنْتَشِرَةِ عَلَى قَاعِهَا الْأَمْلَسِ.
غَيْرَ أَنَّ هَذِهِ الصَّدْمَةُ كَانَتْ قُوَّةً جِدًّا، إِذْ أَذَابَتْ الصُّخُورَ الَّتِي تَدْفَقَتْ سَيُولًا
عَبْرَ قَنَاةٍ طَوَّلُهَا (100) كَم وَفَاضَتْ فِي فُوهَةٍ مُجَاوِرَةٍ.

وَقَدْ غَطَّتِ الصُّخُورُ الْبُرْكَانِيَّةُ، وَالْمَسْكُوبَاتُ الْحُمَمِيَّةُ
(اللَّابَاتُ) وَمَا تَخَلَّفَ عَنْهَا مِنْ حِجَارَةٍ وَحَصَى وَأَثَرِيَّةٍ بِفِعْلٍ



الكُرَّة الأرضِيَّة. وَهَذَا يَعْنِي أَنَّ السَّرْعَةَ اللَّازِمَةَ لِلْأَجْسَامِ كَيْ تَتَخَلَّصَ مِنْ جاذِبَّتِهِ هِيَ (4.16) كم في الثَّانِيَةِ الْوَاحِدَةِ.



الْغِلَافُ الْجَوِّيُّ لِلْكَوْكَبِ عَطَارِد

يَكَادُ يَكُونُ جَوْ هَذَا الْكَوْكَبِ خَالِيًا مِنَ الْهَوَاءِ، إِذْ لَا نَجِدُ فِيهِ إِلَّا كَمِيَّةً مَحْدُودَةً مِنْ غَازِ (الْهَلِيُومِ)، وَالسَّرُّ فِي ذَلِكَ رَاجِعٌ إِلَى ضَعْفِ جاذِبَّتِهِ الَّتِي مَكَّنَتْ الْغَازَاتِ الْأُخْرَى ذَاتَ الْوِزْنِ الْأَخْفَ مِنَ الْهَرُوبِ مِنْهُ، وَإِلَى قُرْبِهِ مِنَ الشَّمْسِ حَيْثُ تَمَكَّنَتْ الرِّيحُ الشَّمْسِيَّةُ مِنْ دَفْعِ مَا بَقِيَ مِنَ الْغَازَاتِ فِيهِ بَعِيدًا عَنْهُ بِاسْتِثْنَاءِ غَازِ (الْهَلِيُومِ) الثَّقِيلِ. كَمَا كَانَتِ الشَّمْسُ قَدْ ضَمَّتْ إِلَيْهَا مِنْ قَبْلُ، وَبِفِعْلِ جاذِبَّتِهَا الْكَبِيرَةِ، قِسْمًا كَبِيرًا مِنْ غَازَاتِهِ.

يَمْتَدُّ خَنْدَقُ ديسكفري مَسَافَةً (500) كم، كَمَا أَنَّ ارْتِفَاعَهُ يَبْلُغُ فِي بَعْضِ الْأَمْكِنَةِ كِيلُومَتْرَيْنِ. إِنَّهُ صَدْعٌ مُنْحَنُ الزَّوَايَةِ وَهُوَ وَاحِدٌ مِنْ عِدَّةِ صُدُوعٍ تُنَشِّرُ عَلَى سَطْحِ عَطَارِد. وَمِنْ الْمُحْتَمَلِ أَنَّ تَكُونُ هَذِهِ الصُّدُوعُ قَدْ تَكَوَّنَتْ حِينَ تَصَلَّبَ قَلْبُ عَطَارِدٍ وَتَقَلَّصَ. وَنَتِيجَةُ لِدَٰلِكَ نَعَيَّنَ عَلَى الْقِشْرَةِ أَنَّ تَنْضِغَاطَ وَتَغْطِي مَسَاحَةً أَصْغَرَ وَيَحْدُثُ هَذَا الانْضِغَاطُ حِينَ يَنْزِلُ قِسْمٌ مِنَ الْقِشْرَةِ عَلَى قِسْمٍ آخَرَ مُولِداً الصَّدْعَ.

يَرُدُّ الْعُلَمَاءُ التَّشْوِيشَ الَّذِي أَصَابَ تَضَارِيسَ هَذَا الْكَوْكَبِ إِلَى كَثْرَةِ الزَّلَازِلِ الَّتِي كَانَ يُسَبِّبُهَا ارْتِطَامُ النَّيَّازِكِ الضَّخْمَةِ بِسَطْحِهِ، عَلِمًا بِأَنَّ كَثِيرًا مِنَ الشَّقُوقِ وَالْأَوْدِيَةِ غَطَّتْهُ الْحِجَارَةُ وَالْحَصَى وَالْآتْرِبَةُ الَّتِي نَشَأَتْ عَنِ التَّفَكُّكِ الْإِلَهِيِّ لِلصُّخُورِ عَلَى سَطْحِهِ.

وَعَلَى السَّطْحِ الْمُقَابِلِ لِحَوْضِ (كالوريس)، تُوجَدُ مَجْمُوعَةٌ مِنَ التَّلَالِ الْمُتَقَارِبَةِ مِنْ بَعْضِهَا، وَالَّتِي تُعَادِلُ مِسَاحَتُهَا مِسَاحَةَ الْحَوْضِ تَقْرِيْبًا، مِمَّا دَعَا الْعُلَمَاءَ إِلَى الْقَوْلِ بِأَنَّهَا نَشَأَتْ بِفِعْلِ تَلَاقِي الْهَزَّاتِ الزَّلَازِلِيَّةِ الَّتِي انْبَعَثَتْ مِنَ السَّطْحِ الْمُقَابِلِ لِمَكَانِ سُقُوطِ النَّيَّازِكِ.

جاذِبَّةُ عَطَارِد

تَبْلُغُ جاذِبَّةُ هَذَا الْكَوْكَبِ عِنْدَ سَطْحِهِ (8/3) جاذِبَّةُ الْأَرْضِ عِنْدَ سَطْحِهَا، أَيْ مَا يُعَادِلُ (0.378) مِنْ جاذِبَّةِ

تَرْكِيبُ الْجَوِّ	
المكوّنات الرئيسية: هليوم وهيدروجين	المكوّنات الثانوية: صوديوم وأكسجين
	أثار من النيون والأرغون والبوتاسيوم

مدار عطارد

مدار هذا الكوكب إهليلجي كبير التفطح يبلغ طول قطره الكبير (115.8) مليون كيلومتر، وعلى ذلك فهو أكثر تفطحاً من مدارات بقية الكواكب، باستثناء مدار الكوكب، (بلوتو) الذي يكون تفطح مداره أكبر من تفطح مدار أي كوكب آخر.

وهذا ما يجعل الفرق كبيراً في المسافة التي تفصل بين (عطارد) كبيرة، يغلب على الظن أنها نشأت عن تقلص وتمدد عنيقتين وسريعتين تعرض لهما سطح هذا الكوكب؛ فهو حين يقترب من الشمس، لا تزيد المسافة بينه وبينها عن (45.8) مليون كيلومتر، وذلك عندما يكون في (الحضيض) - أي في أقرب نقطة إلى الشمس يبلغها أثناء دورانه حولها - ثم يبتعد عنها حتى تصبح المسافة بينه وبينها، على الطرف المقابل من المدار، (70) مليون كيلومتر، حيث يقال بأنه في الأوج.

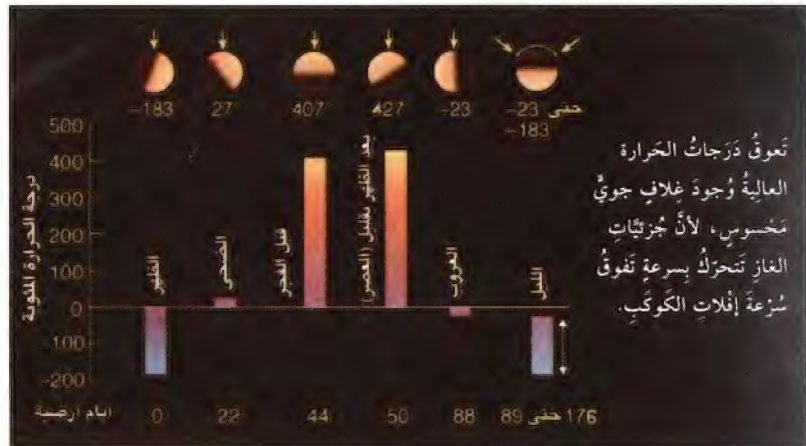


وبذلك يصل الفرق بين أقرب نقطة له إلى الشمس وأبعد نقطة له عنها إلى (24.2) مليون كيلومتر، وهي المسافة القائمة بين بؤرتي مداره الواقعتين على القطر الكبير لذلك المدار. وإذا ما نسبنا هذه المسافة إلى طول ذلك القطر، حصلنا على نسبة يقال لها (نسبة التركز) **Concentric ratio**. وكلما كانت تلك النسبة كبيرة، دللتنا على أن مدار الكوكب كثير التفطح، وأن البعد بين بؤرتيه كبير كما هو الأمر عليه في مدار هذا الكوكب:

$$0.208 = 115.8 \div 24.2 \text{ نسبة تركز هذا الكوكب،}$$

حرارة سطح عطارد

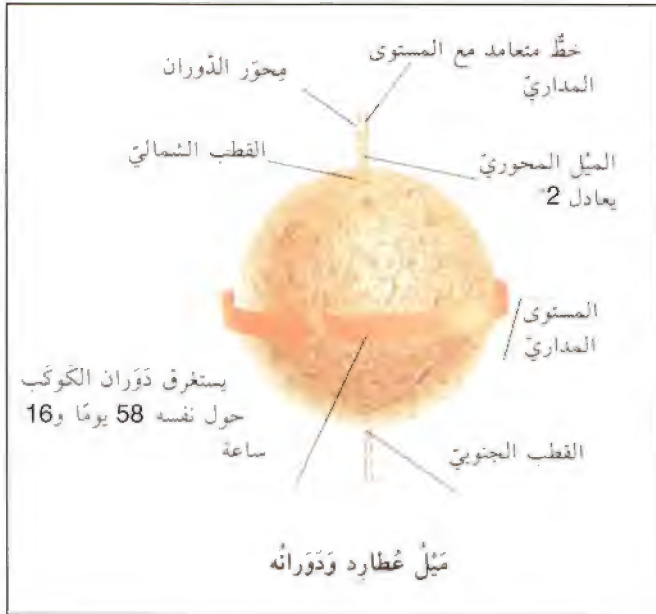
ترتفع الحرارة في الوجه المُنَار من هذا الكوكب حتى تبلغ عند خط استوائه (450) درجة مئوية، وهي حرارة كافية لإذابة معدن الرصاص. أما وجهه المظلم فتسود فيه برودة شديدة تصل إلى (-180) درجة مئوية.



اللون الكحلي يدل على المناطق الباردة جداً من الكوكب
اللون الأحمر يدل على المناطق الحارة جداً من الكوكب

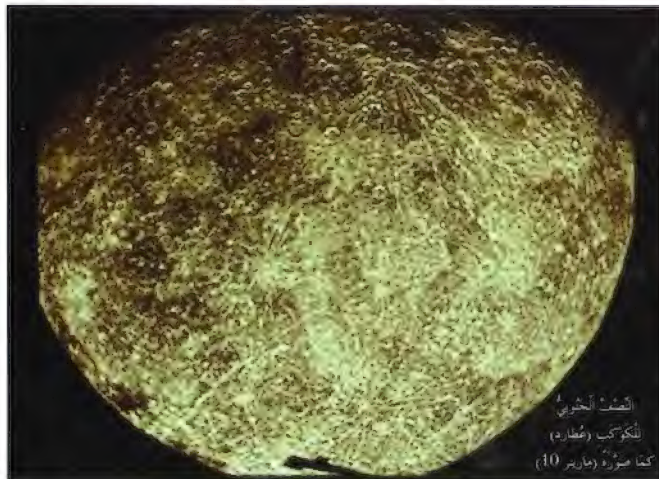


في هذه الخارطة الحرارية لـعطارد، يشير اللون الأحمر إلى أكثر المناطق حرارة على سطحه، عندما يقابل الكوكب الشمس. أما اللون الكحلي فهو يشير إلى أكثر المناطق برودة على سطحه. تتغير درجات الحرارة على سطح عطارد من (450 درجة مئوية) نهاراً إلى (-180°) درجة مئوية ليلاً.



في عام 1995م، استطاع الفلكيون استقبال موجات راديوية مُرتدة من سطح عطارد ولدى قياسهم ما يُسمى بانزياح دوبلر في ترددات الموجات المُنعكسة، كشفوا المدة اللازمة لإنجازه دورة كاملة حول محوره الدوراني وقدرها (59 يوماً) وحتى ذلك الحين كان يُظن أن هذه المدة تُساوي (88 يوماً)، أي أنها مُطابقة لِسنته، وهذا يعني أن جانباً واحداً من الكوكب من دون غيره كان يتجه دائماً نحو الشمس. ومن المُحتمل أن يكون عطارد الذي كان في بدايته يدور دوراناً أسرع بكثير حول محوره، بَدَد من طاقته خلال أحداث المدّ والجُزر ممّا أدّى إلى تباطئه، ثمّ غدا مُقيّداً بهذه السرعة بفعل عمليات مُبهمة.

وعندما يميل القطب الجنوبي لهذا الكوكب نحو الشمس، فإن (8%) من وجهه الثاني المُظلم، حول منطقة قطبه الجنوبي، ينكشف أمام الشمس ويُثار، بينما يختفي (8%) من وجهه المُنار في منطقة قطبه الشمالي عن الشمس، فيُظلم.



أي ما يُعادل (5/1) طول القطر الكبير في مداره. أما البعد المُتوسّط لهذا الكوكب عن الشمس فهو (57.9) مليون كيلومتر، أي ما يُعادل (0.378) وحدة فلكية.

ميل مدار عطارد على مُستوى دائرة الكُسوف

يُشكّل مدار الكوكب (عطارد) مع دائرة الكُسوف زاوية قدرها (7) درجات، وهي أكبر زاوية تُشكلها مدارات بقية الكواكب مع دائرة الكُسوف باستثناء الزاوية التي يُشكلها مدار الكوكب (بلوتو) مع تلك الدائرة، والتي تُعادل مرتين ونصفاً من الزاوية التي يُشكلها مدار (عطارد) مع دائرة الكُسوف.



ميل محور عطارد على مُستوى مداره

يميل الكوكب (عطارد) على مُستوى مداره بمقدار يُقل قليلاً عن (2) درجة، أي إن محوره يُشكّل مع العمود النازل على مُستوى مداره زاوية يُقل مُقدارها قليلاً عن (2) درجة.

مدة دوران عطارد حول الشمس

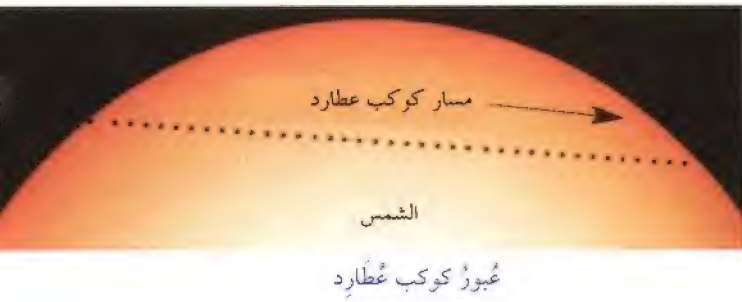
نظراً لتوجيه عطارد لأحد وجهيه بصورة دائمة للشمس، فإنه يظهر لنا، عندما يكون واقعاً بين الأرض والشمس، على شكل هلالٍ دقيّ، بينما نراه، عندما تكون الشمس واقعةً بيننا وبينه، على شكل قرصٍ مُنارٍ. وكثرة ميل محوره على مُستوى مداره تُؤدّي إلى تعرّض (8%) من وجهه الثاني المُظلم للشمس في منطقة قطبه الشمالي عندما يكون ذلك القطب مائلاً باتجاهها، بينما يختفي نحو (8%) من وجهه المُنار في منطقة قطبه الجنوبي عن الشمس، فيُظلم.

الحقل الكهربي لكوكب عطارد

يُحيط بـ (عطارد) حقل كهربي ضعيف تولده المغناطيسية المنبعثة من جوفه.

عبور عطارد

في 7 أيار من عام 2003م، عبر (عطارد) قرص الشمس وتسمى هذه الظاهرة ((بالعبور) Transition وهو يحدث مرة أو مرتين كل عشر سنوات، وقد أخذت هذه الصورة من خلال المركبة (سوهو) لمدة خمس ساعات.



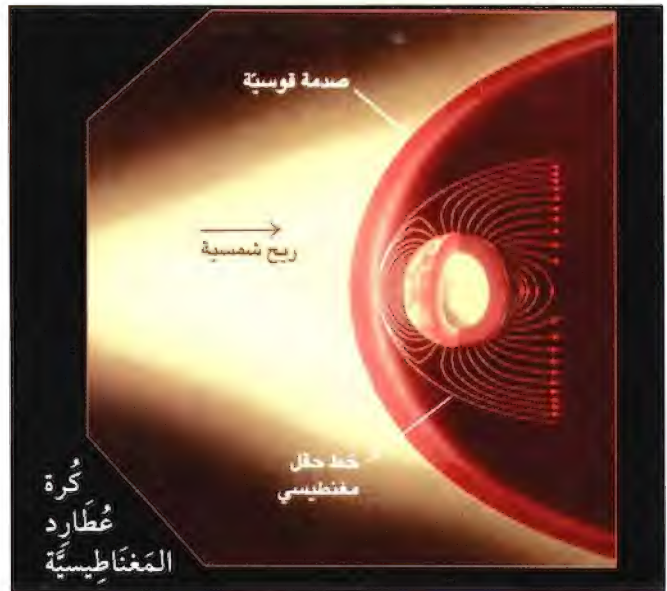
توابع عطارد

لا يملك هذا الكوكب أي تابع، لذا فهو يدور حول الشمس مستقلاً بذاته.

وعلى هذا فإن الشمس تظل ساطعة، وبشكل دائم، على معظم وجهه الموجه نحوها، بينما ينار جزء من وجهه الثاني المظلم، القائم حول القطب الشمالي، مدة (44) يوماً، يختفي مقابلها عن الشمس، وبطول تلك المدة، جزء من الوجه المنار في القسم الواقع حول منطقة قطبه الجنوبي، ثم ينعكس الأمر بالنسبة لمنطقتي القطبين عندما يميل القطب الجنوبي لهذا الكوكب نحو الشمس كما قدمنا.

الحقل المغناطيسي لكوكب عطارد

لقد كشفت المركبة (مارينر-10)، عند مرورها قرب هذا الكوكب، عن وجود حقل مغناطيسي حوله، وهذا راجع، كما قدمنا، إلى وجود الكتلة الحديدية الضخمة في باطنه، وإلى وجود قسم داخلي مائع في تلك الكتلة، لا تتفق سرعته دورانه مع دوران الكوكب حول نفسه، مما يؤدي إلى نشوء ذلك الحقل.



تغطي سطح عطارد الصخور والفوهات البركانية وهذا الكوكب أكبر قليلاً من قمرنا الأرضي وكثافته عالية بالنسبة إلى حجمه. وهذا يقتضي أن له قلباً حديدياً كبيراً، وله حقل مغناطيسي قوياً مما يوحي بأن بعض أجزاء قلبه مائعة، وبشكل الحقل كرة مغناطيسية حول الكوكب تقي جزئياً سطحه من العواصف العاتية للبرونات المنبعثة من الشمس.

وَهُوَ أَوَّلُ كَوْكَبٍ يَظْهَرُ فِي السَّمَاءِ لَيْلًا، وَآخِرُ كَوْكَبٍ يَضْمَحِلُّ نُورُهُ عِنْدَمَا يَنْسَلِخُ اللَّيْلُ وَتُنْسَجُ خُيُوطُ النَّهَارِ. حَتَّى إِنَّهُ لَيَظْهَرُ قُرْبَ الظَّهِيرَةِ لِلْعَيْنِ الْمُجَرَّدَةِ فِي السَّمَاءِ أَحْيَانًا، لِذَا يَرِدُ عَلَى الْأَلْسِنَةِ قَوْلُهَا: (كَوْكَبُ الظُّهْرِ) وَعِنْدَ الْوَعِيدِ قَوْلُهَا: (سَارِيكَ كَوَاكِبِ الظُّهْرِ أَوْ نَجُومِهِ). وَأَقْرَبُ مَا يَكُونُ هَذَا الْكَوْكَبُ إِلَى الْأَرْضِ عِنْدَمَا يَقَعُ بَيْنَهَا وَبَيْنَ الشَّمْسِ، حَيْثُ يَظْهَرُ لِرَاصِدِيهِ عَلَى شَكْلِ هِلَالٍ، إِذْ لَا يَرَى عِنْدَهَا مِنْهُ إِلَّا حَافَتَهُ الْمُتَارَةً وَهِيَ تَلْتَمِعُ بِقُوَّةٍ. وَنَرَاهُ عَلَى شَكْلِ قُرْصٍ مُسْتَدِيرٍ بِوَسَاطَةِ الْمِرْقَبِ، وَعَلَى شَكْلِ جُرْمٍ لَامِعٍ بِالْعَيْنِ الْمُجَرَّدَةِ عِنْدَمَا تَقَعُ الشَّمْسُ بَيْنَهُ وَبَيْنَ

الزُّهْرَة

Venus

(تَوَّامُ الْأَرْضِ)

يَحْتَلُّ هَذَا الْكَوْكَبُ الْمَرْتَبَةَ الثَّانِيَةَ بَعْدَ عِطَارِدٍ مِنْ حَيْثُ بُعْدُهُ عَنِ الشَّمْسِ الَّذِي يَبْلُغُ (108.2) مِلْيَارِينَ كِيلُومِتْرًا، كَمَا يَأْتِي فِي الْمَرْتَبَةِ الْخَامِسَةِ مِنْ حَيْثُ حَجْمُهُ بَعْدَ كَوَاكِبِ الْمُسْتَرِي وَزُحَلٍ وَأُورَانُوسٍ وَنَبْطُونِ وَالْأَرْضِ. وَيَتَمَيَّزُ عَنْ بَقِيَّةِ كَوَاكِبِ الْمَنظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ بِنُورِهِ السَّاطِعِ، فَهُوَ يَأْتِي فِي



صُورَةٌ زَادَرِيَّةٌ لِكَوْكَبِ (الزُّهْرَةِ)، تُبَيِّنُ الْمَنَاطِقَ اللَّامِعَةَ فِيهَا الشُّطُوحَ الْوَعْدَةَ بَيْنَمَا تُبَيِّنُ الْمَنَاطِقَ الْمُظْلَمَةَ الشُّطُوحَ الْمَلْسَاءَ أَوْ الْمُغَطَّةَ بِالْغُبَارِ

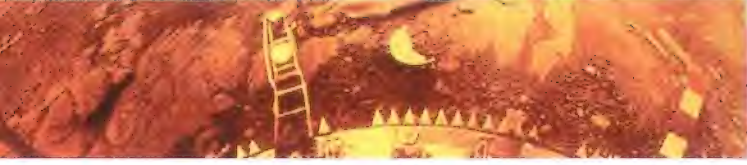
صُورَةٌ بِالْأَلْبَعَدَةِ فَوْقَ الْبِنْفَسْحَةِ لِكَوْكَبِ (الزُّهْرَةِ) كَانِ الطِّلْكَوْبُ الْفَضَائِي (هَابِل) قَدْ لَقِطَهَا وَهُوَ عَلَى بُعْدِ (114) مِلْيُونِ كَمٍ عَنِ الْكَوْكَبِ فِي 24 كَانُونِ الثَّانِي عَامِ 1995

الْمَرْتَبَةِ الثَّالِثَةِ مِنْ حَيْثُ لَمَعَانِهِ، بَعْدَ الشَّمْسِ وَالْقَمَرِ، بَيْنَ أَجْرَامِ السَّمَاءِ.

وَأَكْثَرُ مَا نَرَاهُ عِنْدَ الْفَجْرِ فِي الْأُفُقِ الشَّرْقِيِّ، لِذَا دَعَاهُ الْبَعْضُ بِاسْمِ (كَوْكَبِ الصُّبْحِ)، بَيْنَمَا دَعَاهُ آخَرُونَ بِاسْمِ (كَوْكَبِ الرَّاعِي) لِأَنَّهُ يَظْهَرُ فِي الْأُفُقِ الشَّرْقِيِّ مَعَ تَوَجُّهِ الرُّعَاةِ بِسَوَائِهِمْ إِلَى الْمَرَاعِي، كَمَا يَظْهَرُ فِي الْأُفُقِ الْغَرْبِيِّ مَسَاءً عِنْدَ عَوْدَةِ الرُّعَاةِ مَعَ سَوَائِهِمْ مِنْ تِلْكَ الْمَرَاعِي.

الْأَرْضِ، وَيَكُونُ نُورُهُ قَدْ ضَعُفَ بَعْضَ الشَّيْءِ عَمَّا كَانَ عَلَيْهِ عِنْدَمَا كَانَ هِلَالًا، كَمَا يُلَاحِظُ أَنَّ حَجْمَهُ قَدْ صَغُرَ بَعْضَ الشَّيْءِ، لِأَنَّهُ يَكُونُ قَدْ ابْتَعَدَ عَنِ الْأَرْضِ بِمِقْدَارِ (6) مَرَّاتٍ عَنْ أَقْرَبِ مَوْقِعٍ لَهُ مِنْهَا، أَيْ عِنْدَمَا كَانَ بَيْنَهَا وَبَيْنَ الشَّمْسِ.

سطحه، مما ساعد على تقديم المعلومات المتعلقة بطبيعة هذا الكوكب وبنيته وتضاريسه وجوّه، إلى غير ذلك من المعلومات الهامة الأخرى، إلى مراكز المراقبة الأرضية لأبحاث الفضاء.



الشابر (فينيرا) على الزهرة.

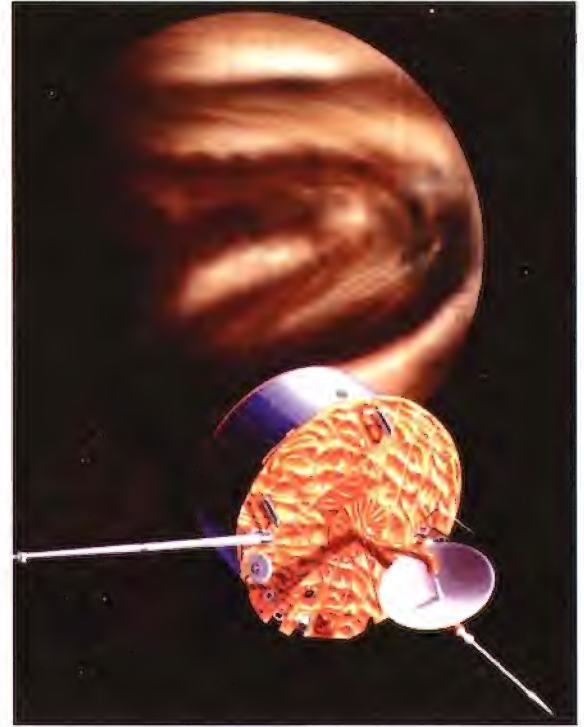
شكل الزهرة

هو كروي الشكل كـ (عطارد)، أي أنه خالٍ من التفلطح عند القطبين والانتفاخ عند خط الاستواء لبُطء دورته حول نفسه.



شكل الزهرة

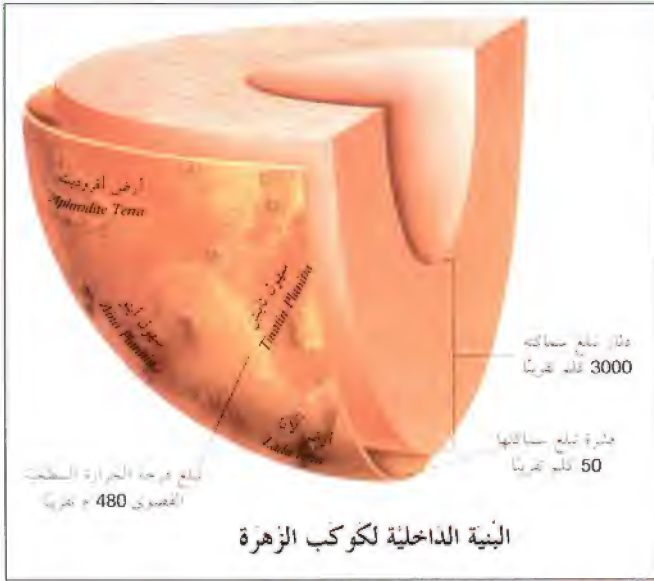
وأشدّ لَمَعَانٍ يَكُونُ عَلَيْهِ الْكَوكَبُ عِنْدَمَا يُصْبِحُ عُمْرُ هِلَالِهِ (5) أَيَّامٍ، إِذْ يَزِيدُ لَمَعَانُهُ عِنْدَهَا عَلَى لَمَعَانِ الشُّعْرَى الِيمَانِيَّةِ - وَهِيَ أَكْثَرُ نُجُومِ السَّمَاءِ لَمَعَانًا بِمِقْدَارِ (12) مَرَّةً. وَقَدْ حَالَ الْغِلَافُ الْغَازِيُّ السَّمِيكَ الَّذِي يَلْفُ سَطْحَ هَذَا الْكَوكَبِ دُونَ رُؤْيَةِ سَطْحِهِ عَنْ طَرِيقِ الْمَرَاقِبِ؛ لِذَا لَمْ تَتَوَضَّحْ مَعَالِمُهُ وَتَيَسَّرَ التَّعَرُّفُ إِلَى سَطْحِهِ وَبُنْيَتِهِ وَجَوِّهِ إِلَّا بَعْدَ أَنْ تَمَّ إِرْسَالُ الْأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ إِلَيْهِ، مُزَوَّدَةً بِأَجْهَزَةِ السَّبْرِ وَالتَّصْوِيرِ، لِذَا دُعِيَتْ تِلْكَ الْأَقْمَارُ أحيانًا بِاسْمِ السَّوَابِرِ Probes.



استكشاف الزهرة من خلال السوابر.

فَلَمَّا أُطْلِقَتِ الْأَقْمَارُ الصَّنَاعِيَّةُ لِتَدُورَ حَوْلَهُ، وَقَامَتْ بِإِرْسَالِ إِشَارَاتٍ رَادَارِيَّةٍ مَسَحَتْ سَطْحَهُ، أَمَكْنَ التَّعَرُّفُ إِلَيْهِ عَنْ طَرِيقِ الْمُصَوِّرِ التَّضَارِيسِيِّ الَّذِي رَسَمَتْهُ تِلْكَ الْإِشَارَاتُ، وَبَنَتْهُ نَحْوَ مَرَكِّزِ الْمُرَاقَبَةِ الْأَرْضِيَّةِ.

كَمَا هَبَطَتْ عَلَى سَطْحِهِ بَعْضُ الْأَقْمَارِ الَّتِي أُرْسِلَتْ بِاتِّجَاهِهِ، وَقَامَتْ بِتَثْبِيتِ السَّوَابِرِ فِي مَنَاطِقٍ مُتَبَاعِدَةٍ مِنْ



وَعَلَى هَذَا تَكُونُ بُنْيَتُهُ مُؤَلَّفَةً مِنْ :

1. نَوَاةٍ مِنْ مَعْدِنَيِ الْحَدِيدِ وَالنِّيكِلِ ، وَهِيَ مَقْسُومَةٌ إِلَى قِسْمَيْنِ :

* بَاطِنٍ شَدِيدِ الصَّلَابَةِ .

* قِسمٍ خَارِجِيٍّ عَجِينِيٍّ الْقَوَامِ .

2. وَشَاحٍ (دَثَارٍ) أَكْثَرُ صُخُورِهِ مِنَ (البِيرِيدَوْتِيت) الَّتِي تَعْلُوهَا صُخُورٌ بَازِلْتِيَّةٌ .

3. قِشْرَةٍ يَغْلِبُ عَلَى تَرْكِيبِهَا صَخْرُ (الْغَرَانِيت) .

وَمِمَّا يُوَكِّدُ وُجُودَ غِلَافٍ عَجِينِيٍّ الْقَوَامِ مِنَ الْحَدِيدِ وَالنِّيكِلِ حَوْلَ النَّوَاةِ الصُّلْبَةِ فِي كَوَكَبِ (الزُّهْرَةِ) ، حَدُوثُ حَرَكَاتٍ فِي الْأَلْوَاكِ الَّتِي تُؤَلِّفُ الْقِشْرَةَ لِهَذَا الْكَوَكَبِ .

أَمَّا عَدَمُ وُجُودِ حَقْلٍ مِغْنَاطِيسِيٍّ ، وَحَقْلٍ آخَرَ كَهْرَبَائِيٍّ ، يُحِيطَانِ بِهِ بِرَغْمِ وُجُودِ طَبَقَةِ مَعْدِنِيَّةٍ عَجِينِيَّةٍ فِيهِ ، فَرَاجِعُ إِلَى دَوْرَتِهِ الْبَطِيئَةِ حَوْلَ نَفْسِهِ ، مِمَّا لَا يُسَاعِدُ عَلَى تَوَلِيدِ هَاتَيْنِ الطَّاقَتَيْنِ فِيهِ وَانْتِشَارِهِمَا حَوْلَهُ .

سَطْحُ الزُّهْرَةِ

تَبْلُغُ مِسَاحَةُ سَطْحِ هَذَا الْكَوَكَبِ (460) مِليُونَ كِيلُومِترٍ مَرَبَّعٍ ، أَيْ أَقَلَّ مِنْ مِسَاحَةِ سَطْحِ الْكَرَةِ الْأَرْضِيَّةِ بِـ (50)

أَبْعَادُ الزُّهْرَةِ وَحَجْمُهُ

يَبْلُغُ طُولُ نِصْفِ قُطْرِ هَذَا الْكَوَكَبِ (6052) كِمْ ، أَيْ أَنَّهُ أَصْغَرَ مِنْ نِصْفِ قُطْرِ الْأَرْضِ بِقَلِيلٍ . وَهَذَا مَا يَجْعَلُ حَجْمَهُ أَصْغَرَ مِنْ حَجْمِ الْأَرْضِ .



كَثَافَةُ الزُّهْرَةِ

يَبْلُغُ مُتَوَسِّطُ كَثَافَةِ هَذَا الْكَوَكَبِ (5.24) أَيْ إِنَّ السَّنْتِيْمِترَ الْمُكَعَّبَ الْوَاحِدَ مِنْهُ يَزِنُ (5.24) غَرَامًا ، وَبِذَلِكَ تَقَارِبُ كَثَافَتُهُ كَثَافَةَ الْكَرَةِ الْأَرْضِيَّةِ .

كُتْلَةُ الزُّهْرَةِ

تُعَادِلُ كُتْلَتُهُ (0.815) مِنْ كُتْلَةِ الْأَرْضِ ، أَيْ مِنْ وَزْنِهَا ، وَهَذَا رَاجِعٌ إِلَى صِغَرِ حَجْمِهِ بِالنِّسْبَةِ لِلْأَرْضِ ، وَبِسَبَبِ قِلَّةِ كَثَافَتِهِ ، كَمَا رَأَيْنَا ، بِالنِّسْبَةِ لِمَا هِيَ عَلَيْهِ فِي الْأَرْضِ .

بُنْيَةُ الزُّهْرَةِ

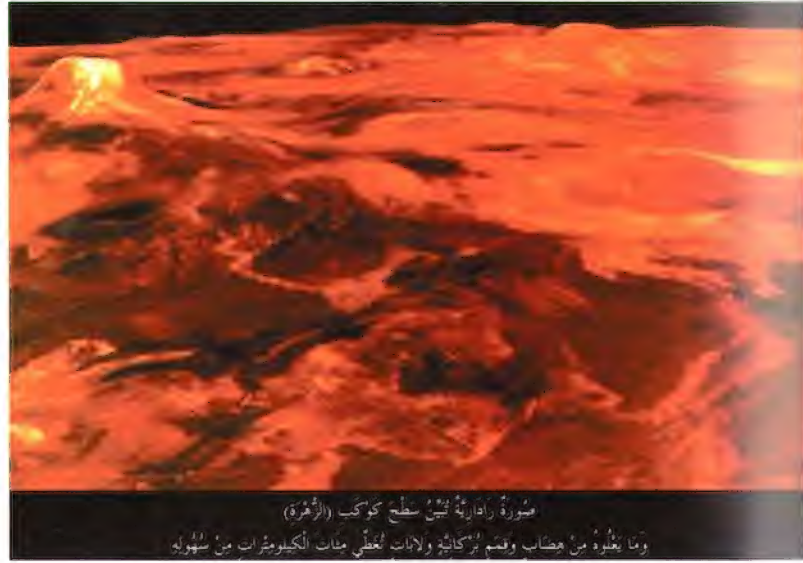
لَمَّا كَانَ حَجْمُ هَذَا الْكَوَكَبِ قَرِيبًا جِدًّا مِنْ حَجْمِ الْأَرْضِ ، وَكَانَتْ كَثَافَتُهُ قَرِيبَةً أَيْضًا مِنْ كَثَافَةِ الْأَرْضِ ، فَقَدْ اسْتَنْتَجَ الْعُلَمَاءُ مِنْ ذَلِكَ أَنَّ بُنْيَتَهُ وَطَبِيعَةَ صُخُورِهِ لَا تَخْتَلِفُ عَنِ بُنْيَةِ وَصُخُورِ الْأَرْضِ إِلَّا بِعَدَمِ وُجُودِ الصُّخُورِ الرَّسُوْبِيَّةِ عَلَيْهِ ، لِخُلُوقِهِ مِنَ الْمُحِيطَاتِ وَالْمِيَاهِ مُنْذُ نَشُوئِهِ وَحَتَّى الْيَوْمِ .

هَضْبَةُ (عَشْتَرُوت، عِشْتَار) :

تَقَعُ فِي النُّصْفِ الشَّمَالِيِّ مِنْ هَذَا الْكَوْكَبِ، وَتَشْغُلُ نِصْفَ مِسَاحَتِهِ، أَيْ رُبْعَ مِسَاحَةِ الْكَوْكَبِ كُلِّهِ. وَتَمْتَدُّ مِنْ خَطِّ الْعَرْضِ (40) شَمَالاً حَتَّى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ. كَمَا تَمْتَدُّ بَيْنَ شَرْقٍ وَغَرْبٍ عَلَى (270) دَرَجَةِ طُولٍ، إِذْ تَمْتَدُّ مِنْ خَطِّ الْعَرْضِ (120) غَرْباً حَتَّى خَطِّ الْعَرْضِ (150) شَرْقاً، وَتَنْتَشِرُ فَوْقَهَا سَلْسِلٌ مِنَ الْجِبَالِ الْإِنْكَسَارِيَّةِ وَالْبُرْكَانِيَّةِ أَوْ ذَاتِ الْمَنْشَأِ النَّيْزِكِيِّ، وَتَرْتَفِعُ قِمَمُ بَعْضِهَا إِلَى أَكْثَرِ مِنْ (11.000) مِترَ بَدْءاً مِنَ الْحَافَةِ السُّفْلَى لِتِلْكَ الْهَضْبَةِ.

وَمِنْ أَهَمِّ تِلْكَ الْجِبَالِ جِبَالُ (فَرَايَا) الْوَاقِعَةِ فِي الْجُزْءِ الشَّمَالِيِّ الْغَرْبِيِّ لِتِلْكَ الْهَضْبَةِ، وَجِبَالُ (مَكْسُوِيل) الْوَاقِعَةِ إِلَى الْجَنُوبِ الشَّرْقِيِّ مِنْ جِبَالِ (فَرَايَا) وَالَّتِي تَعْلُو قِمَمُهَا إِلَى نَحْوِ (12) كِمْ. وَقَدْ بَيَّنَّتِ الْأَقْمَارُ الصَّنَاعِيَّةُ أَنَّ سَطْحَ (الرُّهْرَةِ) لَا يَزَالُ يَخْفَلُ بِالْبَرَائِكِينَ النَّائِرَةِ.

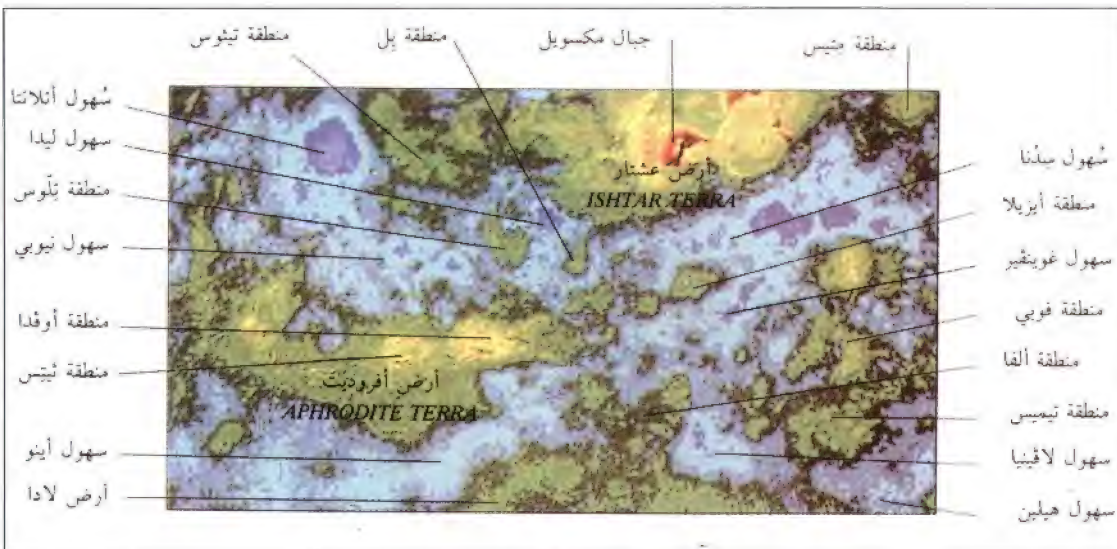
وَفِي أَقْصَى شَرْقِهَا نَجْدُ جِبَالِ (تِيئُوس)، وَفِي أَقْصَى غَرْبِهَا تَوْجُدُ جِبَالُ (مَتِيس). وَيَغْلِبُ التَّشْوِيشُ عَلَى سَطْحِ هَذِهِ الْهَضْبَةِ وَمَا عَلَيْهَا مِنْ تَضَارِيسَ.



مِلْيُونِ كِيلُومِترٍ مُرَبَّعٍ.

وَقَدْ تَبَيَّنَ أَنَّ سَطْحَ هَذَا الْكَوْكَبِ مُؤَلَّفٌ مِنْ صَحَارَى قَاحِلَةٍ، تُغَطِّي الْهَضَابَ وَمَا عَلَيْهَا مِنْ جِبَالٍ نِصْفَ مِسَاحَتِهَا تَقْرِيباً، بَيْنَمَا تُغَطِّي الْبَاقِي أَحْوَاضٌ عَمِيقَةٌ جَافَّةٌ. وَأَهَمُّ تِلْكَ الْهَضَابِ هَضْبَتَانِ :

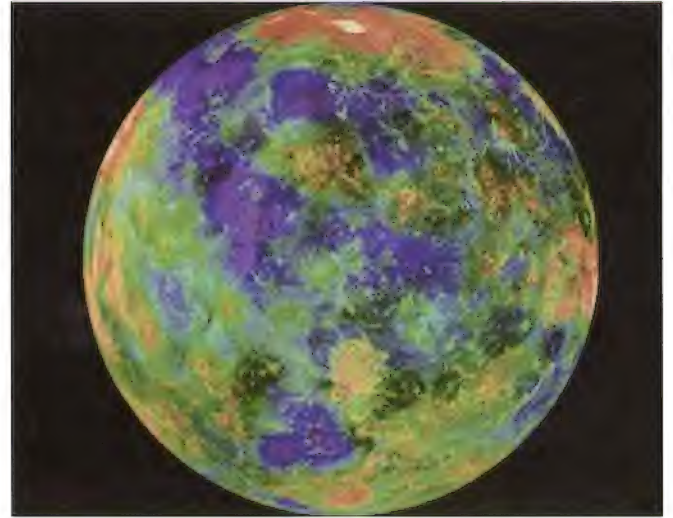
1. الْأُولَى مِنْهُمَا كَبِيرَةٌ الْإِمْتِدَادِ، وَتَعْلُوها جِبَالٌ كَثِيرَةٌ الْإِرْتِفَاعِ، وَتُدْعَى (هَضْبَةُ عَشْتَرُوت).
2. وَالثَّانِيَةُ مِنْهُمَا أَقْلُ إِمْتِدَاداً وَإِرْتِفَاعاً مِنَ الْهَضْبَةِ الْأُولَى، وَتُدْعَى (هَضْبَةُ أَفْرُودِيت).



هَذِهِ الصُّورَةُ ذَاتُ الْأَلْوَانِ الزَّائِفَةِ لِسطحِ كَوْكَبِ الزُّهْرَةِ تَمَّ الْحُصُولُ عَلَيْهَا مِنْ انْعِكَاسِ مَوْجَاتِ الرَادَارِ الَّتِي أَرْسَلَتْهَا الْمَرْكَبَةُ مَاجِلَانِ. فَهِيَ تَظْهَرُ سَمَاتُ الْكُرَةِ الشَّمَالِيَّةِ لِلْكَوْكَبِ، فَالْمِنْطَقَةُ الْحَمْرَاءُ هِيَ أَكْثَرُ الْمَنَاطِقِ إِرْتِفَاعاً، وَالزَّرْقَاءُ هِيَ سُهُولٌ وَوُذْيَانٌ، وَتُغَطِّي الْحِمَمُ الْبُرْكَانِيَّةُ ثَلَاثَةَ أَرْبَاعِ سَطْحِ الْكَوْكَبِ.

هَضَابٌ مُتَفَرِّقَةٌ :

وَمِنَ الْهَضَابِ الْأُخْرَى الْمُتَشِيرَةُ عَلَى سَطْحِ هَذَا الْكَوْكَبِ : (مَتِيس) وَ(أَسِيلَا) وَ(نُوسِي) وَ(رِيَا) وَ(ثِيَا) وَ(أَلْفَا) وَ(هَاتُور) وَ(سَمِيث) وَ(فُونِيب) وَ(إِيْمْدِر) وَ(أَتَلَا) .
الْأَحْوَاضُ الْجَافَّةُ : يَفْصِلُ بَيْنَ هَضَابِ كَوْكَبِ (الزُّهْرَةِ) أَحْوَاضٌ جَافَّةٌ، يَكُونُ بَعْضُهَا عَمِيقًا لِدَرَجَةٍ كَبِيرَةٍ، وَمِنْ أَهْمِهَا حَوْضُ (أَتَلَانَا) الْوَاقِعُ إِلَى الشَّرْقِ مِنْ هَضْبَةِ (عَشْتَرُوت) وَإِلَى الشَّمَالِ مِنْ هَضْبَةِ (أَفْرُودِيت) وَالَّذِي يَبْلُغُ عُمُقُهُ (1500) مِثْرٍ بَدَأَ مِنَ الْحَافَاتِ السُّفْلَى لِهَاتَيْنِ الْهَضْبَتَيْنِ؛ ثُمَّ حَوْضُ (سِدْنَا) الْوَاقِعُ إِلَى الْجَنُوبِ الْغَرْبِيِّ مِنْ هَضْبَةِ (عَشْتَرُوت)، وَهُوَ أَقْلُ انْخِفَاضًا بِقَلِيلٍ مِنْ حَوْضِ (أَتَلَانَا)؛ ثُمَّ حَوْضُ (عِينُو) الْوَاقِعُ إِلَى الْجَنُوبِ الْغَرْبِيِّ مِنْ هَضْبَةِ (أَفْرُودِيت).



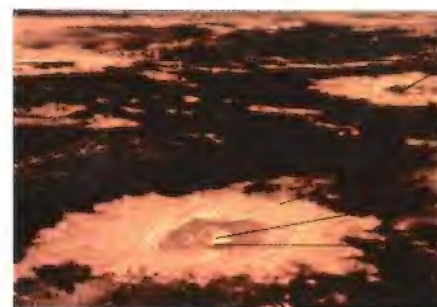
صُورَةٌ ذَاتُ أَلْوَانٍ زَائِفَةٍ لِسَطْحِ كَوْكَبِ الزُّهْرَةِ.

هَضْبَةُ (أَفْرُودِيت) :

وَهِيَ أَصْغَرُ مِنْ هَضْبَةِ (عَشْتَرُوت)، كَمَا أَنَّهَا أَقْلُ مِنْهَا ارْتِفَاعًا، تَمْتَدُّ مِنْ خَطِّ عَرْضِ (30) شَمَالًا حَتَّى خَطِّ عَرْضِ (50) جَنُوبًا، وَمِنْ خَطِّ طُولِ (50) شَرْقًا حَتَّى خَطِّ طُولِ (90) غَرْبًا.

وَأَهَمُّ جِبَالِهَا جِبَالُ (أُوفْدَا) الَّتِي تَرْتَفِعُ قِمَمُهَا إِلَى نَحْوِ (7) آلَافٍ مِثْرٍ بَدَأَ مِنَ الْحَافَةِ السُّفْلَى لِلْهَضْبَةِ، وَالَّتِي تَقَعُ فِي الْجُزْءِ الْغَرْبِيِّ مِنْهَا. وَإِلَى الشَّرْقِ مِنْ هَذِهِ الْجِبَالِ تَوْجَدُ جِبَالُ (ثِيْتِيس) الَّتِي يَصِلُ ارْتِفَاعُهَا إِلَى نَحْوِ (6) آلَافٍ مِثْرٍ بَدَأَ مِنَ الْحَافَةِ السُّفْلَى لِلْهَضْبَةِ، ثُمَّ جِبَالُ (تِيرَا) فِي أَقْصَى شَرْقِ الْهَضْبَةِ.

فُوهَاتُ الزُّهْرَةِ الْبُرْكَانِيَّةِ



دَانِيلُفَا
مَقْدُوفَاتُ بُرْكَانِيَّةِ
قَمَّةِ مَرْكَزِيَّةِ
هُوَوِي

بُرْكَانُ (مَات مُونَز) أَكْبَرُ بُرْكَانٍ عَلَى الزُّهْرَةِ، ارْتِفَاعُهُ (9) كَم، وَقَطْرُ قَاعِدَتِهِ (200) كَم.

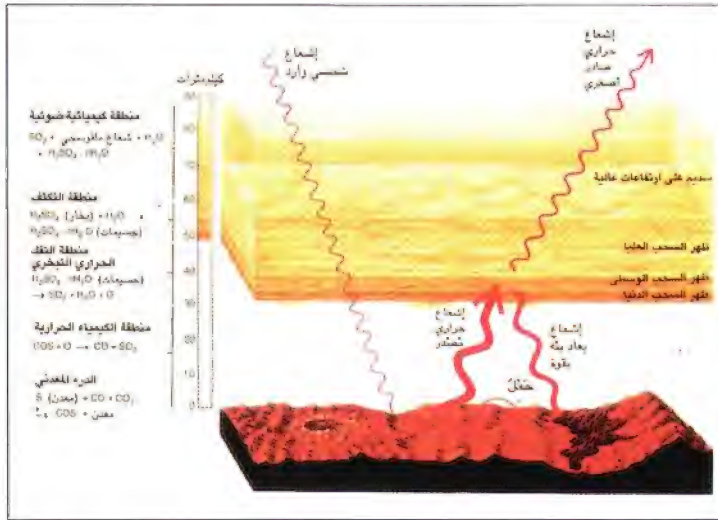
وَأَهَمُّ الْأَحْوَاضِ الْبَاقِيَةِ هِيَ : (نِيُوب) وَ(لِيدَا) وَ(سِدْنَا) وَ(غُونِيْفِير) وَ(لَاْفِينِيَا) وَ(هِيلِين). وَسُطُوحُ هَذِهِ الْأَحْوَاضِ مُشَوَّشَةٌ الْمَظْهَرِ، شَأْنُهَا فِي ذَلِكَ شَأْنُ الْهَضَابِ الْمُرْتَفِعَةِ، وَمُغْطَاةٌ، هِيَ وَسُطُوحُ الْهَضَابِ، بِالْجَلَامِيدِ وَالْحِجَارَةِ وَالْحَصَى وَالْأَتْرَبَةِ النَّاجِمَةِ عَنْ تَفَكُّكِ الصُّخُورِ بِسَبَبِ الْحَرَارَةِ الَّتِي تَصْهَرُ الرِّصَاصَ فِي الْوَجْهِ الْمُتَبَجِّهِ دَائِمًا نَحْوَ الشَّمْسِ.

جاذبية الزهرة

تبلغ جاذبية هذا الكوكب عند السطح (0.894) من جاذبية الكرة الأرضية عند سطحها، وتحتاج الأجسام التي تريد التخلص من تلك الجاذبية إلى سرعة قدرها (10) م/ثا.

الغلاف الغازي لكوكب الزهرة

يحيط بهذا الكوكب غلاف غازي كثيف يتألف في معظمه من غاز الفحم الذي يشكل نسبة قدرها (90 - 95 %) من تركيب ذلك الغلاف، ثم تليه غازات الآزوت (النيتروجين) بنسبة (2 %) ثم غاز (الأوكسجين) بنسبة (0.0001) أي (0.01 %)، ثم غاز حامض الكبريتي.

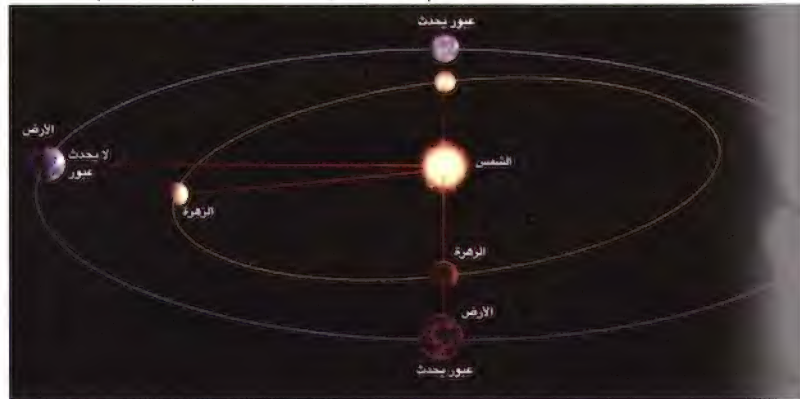


يُحلق (بيونير فينوس أوربتر) على ارتفاعات لا تتجاوز (200) كم فوق سحب حمض الكبريت الكثيفة المحيطة بالزهرة، والتي تظهر هنا بتباين عالٍ. وخلال حياة أوربتر التي استمرت 14 عاماً أنجز هذا السابر (5055) دورة حول الزهرة وجمع معلومات مستفيضة عن جو الكوكب وبيئته الخارجية.

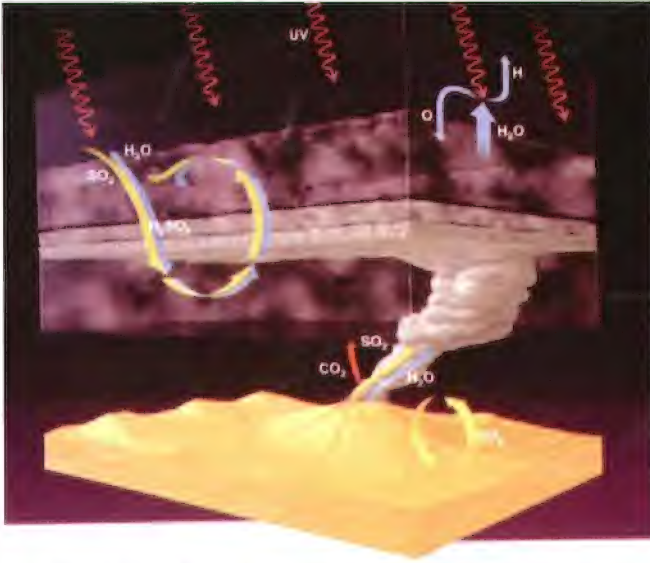
عبور كوكب الزهرة



في يوم 8/6/2004م، شاهد الكثير من الناس، في معظم أنحاء العالم حدثاً فلكياً نادراً جداً. هو عبور كوكب الزهرة أمام قرص الشمس. وسبب ندرة هذا الحدث أن مدار الزهرة يميل (3.4) درجة على مدار الأرض، ونتيجة لذلك، تنكّر ظاهرة العبور نموذجياً أربع مرات فقط كل 243 سنة، من فاته مشاهدة عبور عام 2004م، فإن الفرصة التالية التي ستتاح له ستكون عام 2012م، لكن بعد ذلك، عليهم أن يتركوا الأمر لأحفادهم ليرصدوا الظاهرة عام 2117م.



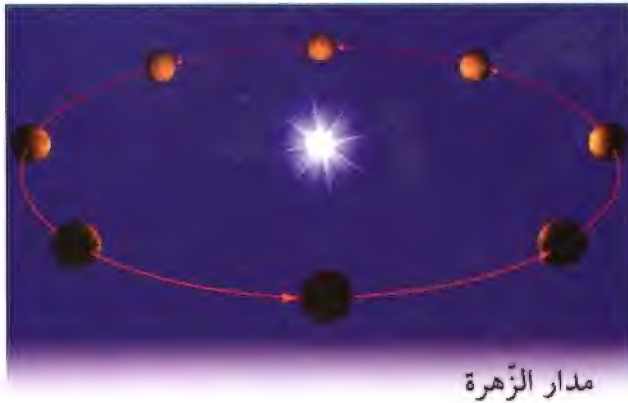
أحداث العبور نادرة لأن مدار الزهرة يميل (3.4) درجة على مدار الأرض عندما تكون الزهرة والأرض في وضع اقتران - أي عندما يكون أحد الكوكبين قريباً من الآخر بأقصى قدر ممكن، فإن الزهرة تمر عادة فوق الشمس أو تحتها. ولا يحدث العبور إلا حين تكون الزهرة والأرض في وضع اقتران قرب النقط التي يتقاطع مستويهما المداريان.



يُعاني جَوُّ الزُّهْرَةِ دَرَجَاتِ حَرَارَةٍ تُشَبِّهُ دَرَجَةَ حَرَارَةِ الْفَرْنِ وَضُخْوَطاً هَائِلَةً وَسُحْباً مِنْ حَمِضِ الْكِبْرَيْتِكِ (H_2SO_4) وَالسَّبَبُ فِي ذَلِكَ هُوَ افْتِقَارُ الْكَوْكَبِ لِلدَّوَرَانِ الَّتِي تَعْمَلُ عَلَى اسْتِقْرَارِ الْأَحْوَالِ فِي جَوِّ الْأَرْضِ، فَالسيرورات الجَوِّيَّةُ فِي الزُّهْرَةِ تَعْمَلُ بِاتِّجَاهٍ وَاحِدٍ. فَعِنْدَمَا تُطْلَقُ الْبَرَاكِينُ ثُنَائِي أَوْكْسِيدَ الْكَرْبُونِ (CO_2) فِي الْجَوِّ فَإِنَّهُ يَبْقَى فِيهِ، وَعِنْدَمَا يَتَفَكَّكُ الْمَاءُ (H_2O) يَفْعَلُ الْأَشْعَةُ فَوْقَ الْبَنْفَسَجِيَّةِ، يُفْقَدُ إِلَى الْأَبَدِ فِي أَعْمَاقِ الْفَضَاءِ. أَمَّا ثُنَائِي أَوْكْسِيدِ الْكِبْرَيْتِ (SO_2) الَّذِي كَانَ مُنْحَسِباً فِي الْمَعَادِنِ فِي السَّابِقِ، فَإِنَّهُ يَتَرَاكُمُ عَلَى السَّطْحِ (مَعَ أَنَّ كَمِيَّةً قَلِيلَةً مِنْهُ يُعَادُ تَدْوِيرُهَا).

مَدَارُ الزُّهْرَةِ

مَدَارُ هَذَا الْكَوْكَبِ قَلِيلُ التَّفْلُطِحِ، يَقْرُبُ شَكْلَهُ مِنَ الدَّائِرَةِ، إِذْ أَنَّ أَبْعَدَ مَسَافَةٍ بَيْنَ هَذَا الْكَوْكَبِ وَالشَّمْسِ - أَيَّ عِنْدَمَا يَكُونُ فِي (الْأَوْجِ) - لَا تَزِيدُ عَلَى (109.7) مِلْيَارِينَ كِيلُومِترًا.



شَفَقٌ فِي الْجَانِبِ اللَّيْلِيِّ يَظْهَرُ فِي هَذِهِ الصُّورَةِ فَوْقَ الْبَنْفَسَجِيَّةِ ذَاتُ الْأَلْوَانِ الزَّائِفَةِ وَالَّتِي رُوِّدَتْ بِهَا (بِيُونِيرَ فِينُوسَ أَوْرِيتر)، الْهَيْلَالُ السَّاطِعُ هُوَ الْجَانِبُ النَّهَارِيُّ مِنَ الْكَوْكَبِ الَّذِي يَعْكُسُ الْأَشْعَةُ الشَّمْسِيَّةُ فَوْقَ الْبَنْفَسَجِيَّةِ.

أَمَّا الضَّغْطُ الْجَوِّيُّ عَلَى سَطْحِهِ، فَهُوَ مُرْتَفِعٌ لِدَرَجَةٍ كَبِيرَةٍ، إِذْ يُعَادِلُ (100) مَرَّةً مِنَ الضَّغْطِ الْجَوِّيِّ عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ - أَيَّ أَنَّ كُلَّ (1) سَمٍ مِنْ سَطْحِ هَذَا الْكَوْكَبِ يَقَعُ عَلَيْهِ ضَغْطٌ قَدْرُهُ (155) كِغ.

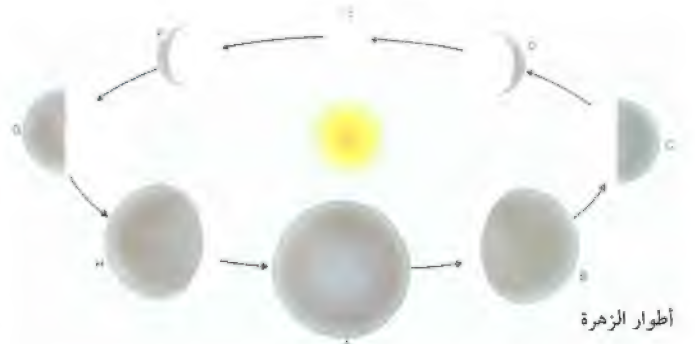




أَمَّا عِنْدَمَا يَكُونُ فِي (الْحَضِيضِ)، أَيِّ فِي أَقْرَبِ نُقْطَةٍ وَاقِعَةٍ عَلَى مَدَارِهِ إِلَى الشَّمْسِ، فَإِنَّ الْمَسَافَةَ بَيْنَهُمَا لَا تَقِلُّ عَنْ (106.7) مِلْيُونِ كِيلُومِترٍ. أَيُّ أَنَّ الْمَسَافَةَ بَيْنَ الْبُورَتَيْنِ لَا تَزِيدُ عَلَى (3) مِلْيُونِ كِيلُومِترٍ. وَعَلَى هَذَا، فَإِنَّ نِسْبَةَ تَرَكَزِهِ صَغِيرَةٌ لَا تَزِيدُ عَلَى (0.007) أَيُّ مَا يُعَادِلُ (140/1) مِنْ طُولِ قُطْرِ مَدَارِهِ الْكَبِيرِ الْبَالِغِ طُولُهُ (216.4) مِلْيُونِ كِيلُومِترٍ.

أَطْوَارُ الزُّهْرَةِ

تَظْهَرُ الزُّهْرَةُ، وَهِيَ مَرْتَبَةً مِنَ الْأَرْضِ، بَعْدَهُ أَوْجُهُ مِثْلَ الْقَمَرِ. لَكِنْ مَعَ فَارِقٍ أَنَّ هِلَالَ الزُّهْرَةِ لَهُ قُرُونٌ شَائِقَةٌ أَكْثَرُ مِنْ قُرُونِ هِلَالَ الْقَمَرِ، يَتَغَيَّرُ الْكَوْكَبُ الظَّاهِرُ كَثِيرًا بِتَغْيِيرِ الْوَجْهِ، فَبَعْدُهُ عَنِ الْأَرْضِ يَتَرَاوَحُ بَيْنَ (41-258) مِلْيُونِ كَم.



مِثْلُ مَدَارِ الزُّهْرَةِ عَلَى مُسْتَوَى دَائِرَةِ الْكُسُوفِ يُشَكِّلُ مَدَارَ هَذَا الْكَوْكَبِ مَعَ مُسْتَوَى دَائِرَةِ الْكُسُوفِ زَاوِيَةً قَدْرُهَا (3.24) دَرَجَاتٍ.

مِثْلُ مُحَوَّرِ الزُّهْرَةِ عَلَى مُسْتَوَى مَدَارِهِ مِثْلُ مُحَوَّرِ هَذَا الْكَوْكَبِ عَلَى مَدَارِهِ ضَمِيلٌ، فَهُوَ لَا يَتَجَاوَزُ (2.46) دَرَجَتَيْنِ وَسِتًّا وَأَرْبَعِينَ دَقِيقَةً.

مُدَّةُ دَوْرَانِ الزُّهْرَةِ حَوْلَ نَفْسِهِ (الدَّوْرَةُ الْمِحْوَرِيَّةُ أَوْ الْيَوْمِيَّةُ)

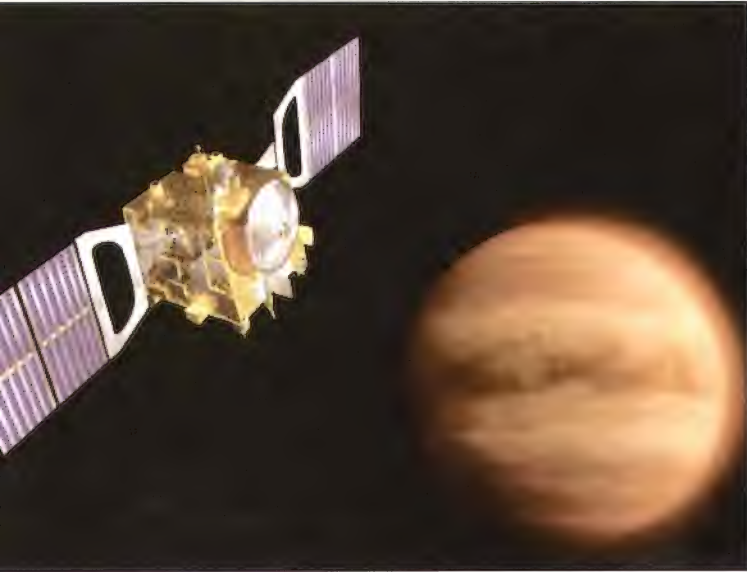
يُتِمُّ هَذَا الْكَوْكَبُ دَوْرَةً وَاحِدَةً حَوْلَ نَفْسِهِ كُلَّ (243) يَوْمًا، وَدَوْرَتُهُ هَذِهِ، الَّتِي تَزِيدُ عَلَى دَوْرَتِهِ الْإِنْتِقَالِيَّةِ حَوْلَ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (17) يَوْمًا، تَجْعَلُهُ لَا يَوْجُهُ نَحْوَ الشَّمْسِ إِلَّا وَجْهًا وَاحِدًا بِاسْتِمْرَارٍ، كَمَا هُوَ الْحَالُ فِي الْكَوْكَبِ (عُطَارِد)، بَيْنَمَا يَظَلُّ وَجْهُهُ الثَّانِي مَغْمُورًا بِالظَّلَامِ دَائِمًا. وَتَكُونُ دَوْرَتُهُ حَوْلَ نَفْسِهِ بِاتِّجَاهِ عَقَارِبِ السَّاعَةِ، أَيُّ بِعَكْسِ دَوْرَانِ بَقِيَّةِ الْكَوَاكِبِ الْأُخْرَى حَوْلَ نَفْسِهَا، وَيُطْلَقُ عَلَى مِثْلِ هَذِهِ الدَّوْرَةِ اسْمُ (الدَّوْرَةِ التَّرَاجُعِيَّةِ) أَوْ (الْعَكْسِيَّةِ) أَوْ (التَّفْهُقَرِيَّةِ).

مُدَّةُ دَوْرَانِ الزُّهْرَةِ حَوْلَ الشَّمْسِ (الدَّوْرَةُ الْإِنْتِقَالِيَّةُ أَوْ السَّنَوِيَّةُ)

يُتِمُّ هَذَا الْكَوْكَبُ دَوْرَتَهُ الْإِنْتِقَالِيَّةَ حَوْلَ الشَّمْسِ فِي مُدَّةِ (225) يَوْمًا أَيُّ أَنَّ سَنَّتَهُ أَقْصَرُ مِنْ يَوْمِهِ، وَهَذَا مَا يَجْعَلُهُ يَتَوَجَّهُ نَحْوَ الشَّمْسِ دَائِمًا بِوَجْهِ وَاحِدٍ، كَالْكَوْكَبِ (عُطَارِد)، وَهَذَا مَا يَجْعَلُهُ يَبْدُو لَنَا كَهِلَالٍ عِنْدَمَا يَكُونُ وَاقِعًا بَيْنَ الْأَرْضِ وَالشَّمْسِ، وَعَلَى شَكْلِ بَدَرٍ عِنْدَمَا تَكُونُ الشَّمْسُ وَاقِعَةً بَيْنَهُ وَبَيْنَ الْأَرْضِ.

هذه المركبة، ويأمل المختصون في وكالة الفضاء الأوربية أن تستخدم المركبة لرصد شامل للغلاف الجوي للزهرة، والحصول على المزيد من المعلومات عن:

- 1 - التأثير الشديد لغازات البيت المحمي في كوكب الزهرة.
- 2 - الأعاصير الشديدة التي تعصف بصورة مستمرة في الكوكب.
- 3 - سبب دوران كوكب الزهرة حول نفسه باتجاه مختلف عن جميع كواكب النظام الشمسي، وببطء.
- 4 - امتصاص الأشعة فوق البنفسجية على ارتفاع (80 كم).
- 5 - سبب ضعف المجال المغناطيسي للزهرة.
- 6 - طريقة تأثير الجسيمات المشحونة الواردة من الشمس على طبقات الجو العليا للزهرة.



المركبة (فينوس إكسبريس) تستكشف كوكب الزهرة من جديد.

الحقل المغناطيسي والحقل الكهربائي في

جو الزهرة

على الرغم من وجود قسم عجيني في الرداء القائم تحت القشرة الصخرية في هذا الكوكب، فإن أجهزة الأقمار الصناعية، والسواير التي بُثت على سطحه، لم تُسجل أي أثر لحقل مغناطيسي أو كهربائي حوله، وسبب ذلك الدورة المحورية البطيئة حول نفسه، والتي لا تساعد على توليد مثل هذين الحقلين.



تفاعل الرياح الشمسية مباشرة مع الجو الأعلى للزهرة، نظراً لعدم وجود حقل مغناطيسي ذي أهمية لهذا الكوكب، وحيثما توجد الرياح الشمسية حول الكوكب تتكون صدمة قاسية. وبعض الذرات المحايدة (اللون القرمزي) الموجودة في أعالي جو الزهرة تصبح أيونات مشحونة كهربائياً (اللون البرتقالي) وعندئذ تنقل إلى الرياح الشمسية. وينشأ أيضاً عن الإشعاع الشمسي طبقة مشحونة دائمة، هي الغلاف الأيوني (المنطقة الزرقاء) الذي يتكون في ارتفاعات منخفضة حول الكوكب.

(فينوس إكسبريس)

في 9/9/2005م، تم إطلاق الصاروخ الروسي (سيوز) من مركز بايكونور الفضائي، وهو يحمل أول مهمة أوربية لدراسة هذا الكوكب. أطلق اسم (فينوس إكسبريس) على

توابع الزهرة

ليس لهذا الكوكب أي تابع، مثله في ذلك مثل الكوكب (عطارد)، فهو يدور حول الشمس مستقلاً بذاته.

تَحْتَلُّ

الأَرْضُ بَيْنَ كَوَاكِبِ الْمُنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ الْمَرْتَبَةِ الثَّالِثَةِ
بَعْدَ كَوْكَبَيْ (عُطَارِد) وَ(الزُّهْرَة) مِنْ حَيْثُ بُعْدُهَا عَنِ
الشَّمْسِ وَالْمُقَدَّرُ وَسَطِيًّا بِـ (149.6) مِلْيُونِ كِيلُومِترٍ،
وَقَدْ اتَّخَذَتْ هَذِهِ الْمَسَافَةُ كَوَحْدَةً، دُعِيَتْ (الْوَحْدَةُ
الْفَلَائِيَّةُ)، تُقَاسُ بِهَا أَبْعَادُ الْكَوَاكِبِ الْأُخْرَى عَنِ
الشَّمْسِ.

الأَرْضُ

Earth

(كَوْكَبُ الْحَيَاةِ)

صورة لِشُرُوقِ الأَرْضِ فِي مَنَاطِقَةِ (مارسميثي)، الَّتِي تَشْغُلُ الْحَافَّةَ
الشَّرْقِيَّةَ مِنَ الْقَمَرِ التَّنَقُّطُهَا رُودَا (أبولو-11). وَهِيَ تُعَزِّزُ الْفِكْرَةَ
الْقَائِلَةَ بِأَنَّهُ يُمَكِّنُنَا فَهْمَ الأَرْضِ عَنْ طَرِيقِ دِرَاسَةِ الْقَمَرِ.





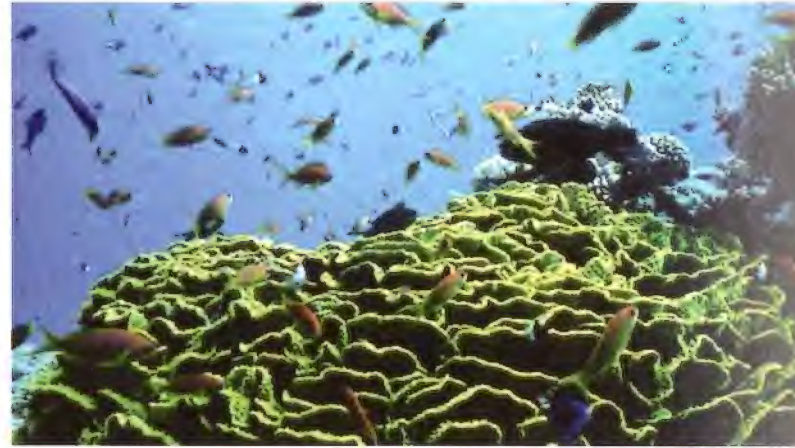
الأرض كما صوّرها السابر فوياجر عام 1990م، قبل أن يُغادر المجموعة الشمسية، وهي تبدو كنقطة زرقاء شاحبة.

شكل الأرض

كَانَ الوَصْفُ الْقَدِيمُ لِشَكْلِ الْأَرْضِ بِأَنَّهَا كُرَّةٌ مُفْلَطَةٌ عِنْدَ الْقُطْبَيْنِ، مُتَفَخِّخَةٌ عِنْدَ خَطِّ الاسْتِوَاءِ، وَأَنَّهَا تُشَبِّهُ فِي شَكْلِهَا

ذَلِكَ الْبَطِيخَةَ. إِلَّا أَنَّ الصُّوَرِ الَّتِي قَامَتْ بِالنِّقَاطِهَا الْأَقْمَارُ الصَّنَاعِيَّةُ لِكَامِلِ الْأَرْضِ، بَيَّنَّتْ أَنَّ شَكْلَهَا يُشَبِّهُ الْبَيْضَةَ الْمُتَفَخِّخَةَ عِنْدَ وَسْطِهَا. وَأَنَّ الْمِنْطَقَةَ الشَّمَالِيَّةَ فِيهَا مُقَبَّبَةٌ، بَيْنَمَا تَكُونُ الْمِنْطَقَةُ الْقُطْبِيَّةُ الْجَنُوبِيَّةُ فِيهَا مُفْلَطَةٌ.

كيلوباترا، ملكة مصر، في هيئة إيزيس، الآلهة الأم للأرض. كما كان يُعتقد بذلك المصريون القدماء.



تمتاز الأرض بتنوع الحياة في كل أرجائها حتى في أعماق البحار كما في هذا الحيد المرجاني في البحر الأحمر.

تُوصَفُ الْأَرْضُ بِأَنَّهَا مِنْ أَكْثَرِ كَوَاكِبِ تِلْكَ الْمَنْظُومَةِ حَظًّا، لَوْ قُوعَهَا عَلَى مِثْلِ ذَلِكَ الْبُعْدِ عَنِ الشَّمْسِ، فَلَا هِيَ ذَاتُ حَرَارَةٍ مُحْرِقَةٍ كَمَا فِي كَوْكَبِي (عُطَارِد) وَ (الزُّهْرَةِ)، وَلَا هِيَ ذَاتُ بُرُودَةٍ مُمِيتَةٍ كَمَا فِي بَقِيَّةِ الْكَوَاكِبِ الْأُخْرَى، وَهَذَا مَا أَهْلُهَا لِنُكُونِ، وَحَدَهَا بَيْنَ أَعْضَاءِ الْأُسْرَةِ الشَّمْسِيَّةِ، مَهْدًا لِلْحَيَاةِ الْبَشَرِيَّةِ وَالْحَيَوَانِيَّةِ وَالنباتية المزهرة، وَمَسْرَحًا لِلْحَضَارَاتِ الرَّاقِيَةِ الْمُتَطَوِّرَةِ الرَّائِعَةِ.

وَعِنْدَمَا تَمَّ مَسْحُ رَادَارِيٍّ لِكَامِلِ سَطْحِ الْأَرْضِ بِوَسَاطَةِ الْقَمَرِ الصَّنَاعِيِّ (فانغارد-1) الَّذِي أُطْلِقَ يَوْمَ 17/3/1958م، مِنْ قَاعِدَةِ (كاب كانافيرال) فِي شِبْهِ جَزِيرَةِ (فلوريدا) فِي الْوَلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ، أَظْهَرَتِ النَّتَائِجُ الَّتِي قَدَّمَهَا:

• أَنَّ الْقُطْبَ الشَّمَالِيَّ الْمُقَبَّبَ أَكْثَرُ بُعْدًا عَنْ مَرَكِزِ
الْأَرْضِ مِنَ الْقُطْبِ الْجَنُوبِيِّ الْوَاقِعِ فِي الْمِنْطَقَةِ الْمُفْلَطَةِ
بِمِقْدَارِ (101) م.

• أَنَّ تَقَعَرِ الْمِنْطَقَةِ الْقُطْبِيَّةِ الْجَنُوبِيَّةِ يَبْلُغُ مِقْدَارَ
(15) م. وَلِهَذَا قَالَ الْعَالِمُ (جون أوكيف) : إِنَّ أَدَقَّ وَصْفٍ
لِشَكْلِ الْأَرْضِ، هُوَ أَنَّهَا تُشَبِّهُ ثَمَرَةَ الْكَمْثَرَى، الْمُتَّحَةِ ذَنْبِهَا
نَحْوَ الْأَعْلَى وَرَأْسُهَا نَحْوَ الْأَسْفَلِ.

أَبْعَادُ الْأَرْضِ

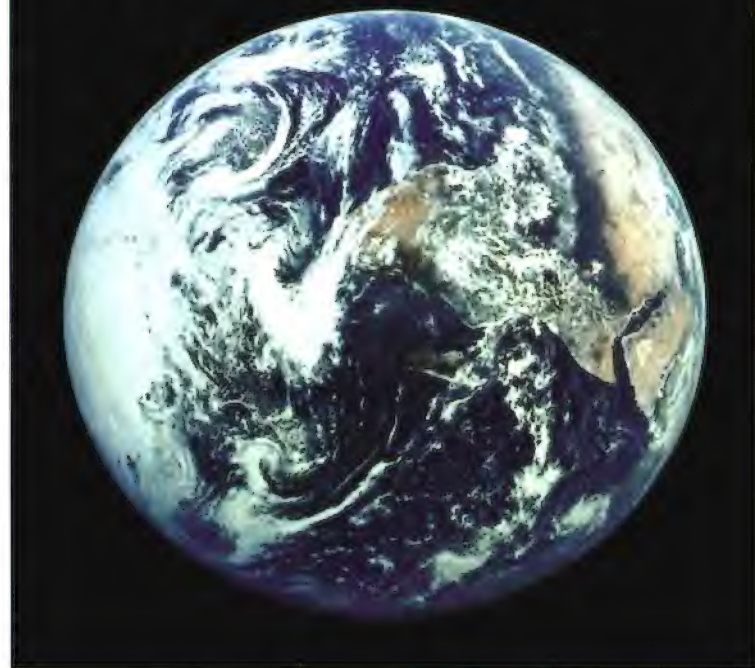
طُولُ نِصْفِ قُطْرِهَا الْإِسْتَوَائِيِّ : 6378 كم.
طُولُ نِصْفِ قُطْرِهَا الْقُطْبِيِّ : 6357 كم.
طُولُ قُطْرِهَا الْوَسْطِيِّ : 6367.5 كم.
طُولُ مُحِيطِهَا الْإِسْتَوَائِيِّ : 40068 كم.
طُولُ مُحِيطِهَا الْقُطْبِيِّ : 40009 كم.
قِيَمَةُ تَقْلُطْحِ مَنْطَقَتِهَا الْقُطْبِيَّةِ الْجَنُوبِيَّةِ : 300 / 1



حَجْمُ الْأَرْضِ

يُقَدَّرُ حَجْمُهَا بِـ (1141.19) مِلْيَارَ كِيلُومِترٍ مُكَعَّبٍ
تَقْرِيبًا، أَمَّا حَجْمُهَا الدَّقِيقُ، وَبِالْإِمْتَارِ الْمُكَعَّبَةِ، فَهُوَ : 1.1
3. 41.190.322.782.000.000 م.

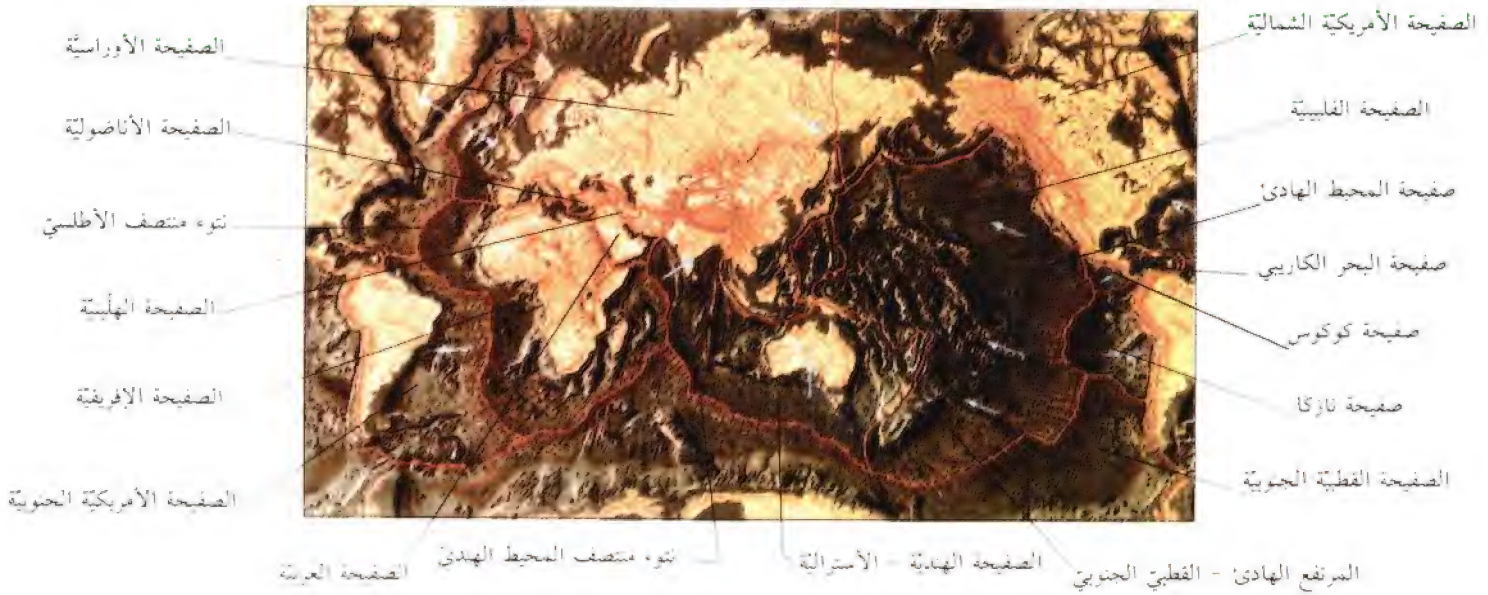
شَكْلُ الْأَرْضِ



• أَنَّ خَطَّ الْإِسْتِوَاءِ لَا يُنْصَفُ الْكَرَّةَ الْأَرْضِيَّةَ تَمَامًا،
وَإِنَّمَا هُوَ مُنْزَاحٌ لِمَسَافَةٍ ضَعِيفَةٍ بِاتِّجَاهِ الْجَنُوبِ؛ أَيْ أَنَّ
الِإِنْتِفَاحَ الْإِسْتَوَائِيَّ لِلْأَرْضِ لَا يُنْطَبِقُ عَلَى الْخَطِّ الْمُنْصَفِ
لَهَا، وَإِنَّمَا يَقَعُ إِلَى الْجَنُوبِ مِنْهُ قَلِيلًا، وَأَنَّهُ يَرْتَفِعُ عَنْ سَطْحِ
الْبَحْرِ بِمِقْدَارِ (21) كم.



طوبوغرافيا القشرة الأرضية



أَيْضاً، وَهَذَا مَا يَجْعَلُ قَاعِدَةَ قِشْرَةِ الْأَرْضِ وَطَبَقَةَ (موهو) مُتَدَاخِلَةً مَعَ سَطْحِ السَّتَارِ الْأَرْضِيِّ. أَمَّا تَرْكِيبُ طَبَقَةِ (موهو) فَيَغْلِبُ عَلَيْهِ الصُّخْرُ الْبَازِلِيُّ الْمَمْرُوجُ مَعَ (الْمَغْنِيسِيوم) وَهَذَا مَا يَجْعَلُهُ أَكْثَرَ كَنَافَةً مِنْ بَازِلِ الْقِشْرَةِ الْأَرْضِيَّةِ الْأَسْوَدِ، كَمَا يَكُونُ سَوَادُهُ أَشَدَّ قَتَامَةً مِنَ الصُّخُورِ الْبَازِلِيَّةِ.

السَّتَارُ الْأَرْضِيُّ

تَكُونُ كَنَافَتُهُ أَعْلَى مِنْ كَنَافَةِ طَبَقَةِ (موهو) وَتَبْلُغُ عِنْدَ سَطْحِ السَّتَارِ (3.3) غ/سم³ بَيْنَمَا تَصِلُ إِلَى (8) غ/سم³ عِنْدَ قَاعِدَتِهِ الْمُزْتَكِرَةِ عَلَى نَوَاةِ الْأَرْضِ. يَبْلُغُ سُمْكُ السَّتَارِ (2850) كم، وَيَغْلِبُ عَلَى تَرْكِيبِهِ الصُّخُورُ الَّتِي تُدْعَى (البيريدوتيت)⁽¹⁾ الَّتِي تَكُونُ نِسْبَةُ الْحَدِيدِ فِيهِ أَكْبَرَ مِمَّا هِيَ عَلَيْهِ فِي طَبَقَةِ (موهو). وَنَظَرًا لِشِدَّةِ الضَّغْطِ الَّتِي يَخْضَعُ لَهُ السَّتَارُ، وَلَمَّا يُولَدُ ذَلِكَ الضَّغْطُ فِيهِ مِنْ حَرَارَةٍ، فَإِنَّ صُخُورَهُ تَكُونُ ذَاتَ قَوَامٍ عَجِينِيٍّ، شَائِنُهُ فِي ذَلِكَ شَأْنُ قَضِيبِ الشَّمْعِ الْأَحْمَرِ الَّتِي يَبْدُو صُلْبًا، وَلَكِنْ مَا أَنْ يَتَعَرَّضَ لِضَغْطٍ قَوِيٍّ

وَنِسْبَتُهُ (5 ٪)، (3) الكالسيوم : وَنِسْبَتُهُ (3.5 ٪)، (4) الصُّودِيوم : وَنِسْبَتُهُ (2.75 ٪)، (5) البوتاسيوم : وَنِسْبَتُهُ (2.5 ٪)، (6) الْمَغْنِيسِيوم : وَنِسْبَتُهُ (2.25 ٪).

هَذَا بِالإِضَافَةِ إِلَى (80) عُنْصُرًا آخَرَ، لَا تُؤَلَّفُ مُجْتَمِعَةً أَكْثَرَ مِنْ (1 ٪) مِنْ تَرْكِيبِ نَلَكِ الْقِشْرَةِ. وَمِنْ حُسْنِ حَظٍّ الْبَشَرِ أَنَّ الْقِشْرَةَ الْأَرْضِيَّةَ لَا تَخْضَعُ لِهَذِهِ النِّسْبَةِ فِي جَمِيعِ بَقَاعِهَا، بِسَبَبِ تَدَاخُلِ عَوَامِلٍ فِيزِيَايَّةٍ وَكِيمِيَايَّةٍ، مِمَّا سَمَحَ بِنُشُوءِ تَجْمُعَاتٍ مَوْضِعِيَّةٍ لِمَعَادِنَ وَأَشْبَاهِ مَعَادِنَ وَقُوَى مُحَرَّكَةٍ، تُشَكِّلُ، عِنْدَ اكْتِشَافِهَا، مَنَاجِمَ وَمَكَامِنَ اسْتِثْمَارٍ تُسَاعِدُ عَلَى تَطَوُّرِ حَيَاةِ الْبَشَرِ وَرُقِيِّهِمْ.

وَهِيَ طَبَقَةٌ تَبْلُغُ كَنَافَتَهَا (3) غ/سم³، فَهِيَ أَكْثَفُ مِنَ الْقِشْرَةِ الْأَرْضِيَّةِ، وَلَكِنْ سُمْكُهَا لَا يَتَجَاوَزُ (6) كم، وَقَدْ أُطْلِقَ عَلَيْهَا (طَبَقَةُ انْقِطَاعِ موهو) بِاسْمِ مُكْتَشِفِهَا الْعَالِمِ الْجِيُولُوجِيِّ الْيُوغُوسْلَافِيِّ (موهو روفيتشك). وَسُمِّيَتْ (بِطَبَقَةِ انْقِطَاعِ) لِأَنَّ الْهَزَّاتِ الزَّلْزَلِيَّةَ الَّتِي تَجَارُهَا تُغَيِّرُ مِنْ شَكْلِ ذَبْذَبَاتِهَا الَّتِي يَرِسُّهَا (الْمِرْجَافُ) - أَيْ مُسَجِّلُ الزَّلَازِلِ - عَلَى الْوَرَقِ.

وَقَاعِدَةُ الْقِشْرَةِ الْأَرْضِيَّةِ وَطَبَقَةُ (موهو) تُشَكِّلَانِ سَطْحًا مُجَعَّدًا مُزْتَكِرًا عَلَى سَطْحِ طَبَقَةِ (السَّتَارِ) الْمُتَعَرِّجِ وَالْمُتَجَعَّدِ

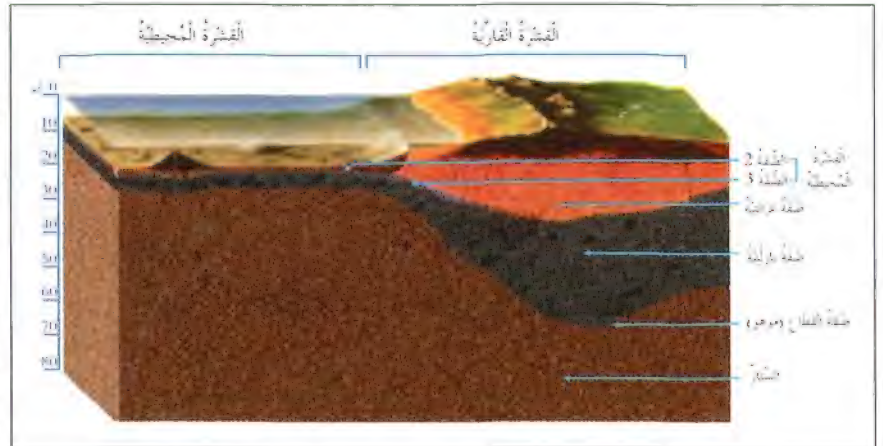
(1) البيريدوتيت: صَخْرٌ نَارِيٌّ قَاعِدِيٌّ يَتَرَكَّبُ مِنْ سِيلِيكَاتِ الْمَغْنِيسِيومِ وَالْحَدِيدِ.

الوسطى للنواة في حدود (11.5) غ/سم³، أما سُمكها فيبلغ (3490) كم. وتنقسم إلى (3) ثلاث طبقات هي :

1. الطبقة العليا للنواة : وسُمكها (2200) كم، وهي ذات قوام معدني مائع وذات سطح متجدد متداخل مع الطبقة القاعدية المتجددة في السار العجيني القوام، ويغلب على تركيب هذه الطبقة (الحديد) و(النيكل).

2. الطبقة الوسطى للنواة : وسُمكها (120) كم، وهي ذات قوام معدني صلب، إذ تتألف من (الحديد) مع نسبة عالية من (النيكل).

3. القسم الباطن للنواة أو (لب النواة) : وسُمكها (1170) كم، وهو ذو قوام معدني شديد الصلابة، ويتألف من (الحديد) مع نسبة كبيرة من (النيكل). وبين كل طبقة وأخرى من هذه الطبقات الثلاث، يوجد سطح انفصال مؤلف من طبقة رقيقة.



حتى يتحول إلى كتلة عجينية القوام.

ويُقسم السار الأرضي إلى (4) طبقات فرعية، يفصل بين كل طبقة وطبقة سطح انفصال مؤلف من طبقة رقيقة. وتلك الطبقات هي :

الطبقة الأولى : يبلغ سُمكها (300) كم، وتعتبر المصدر الأساسي لمعظم الهزات التي تبلغ سطح الأرض، لذا دُعيت (طبقة بؤرة الزلازل).

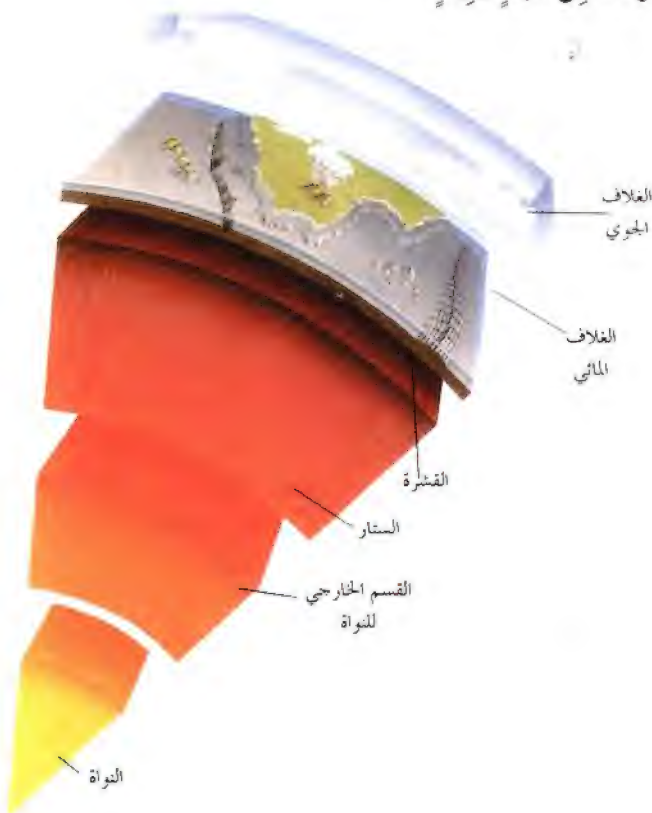
الطبقة الثانية : يبلغ سُمكها (450) كم، ويطلق عليها اسم (طبقة غوتنبيرغ) وهو اسم العالم الجيولوجي الذي توصل إلى اكتشافها.

الطبقة الثالثة : وسُمكها (2080) كم، ويطلق عليها اسم (طبقة غولستين) وهو اسم العالم الجيولوجي الذي قام باكتشافها، ومنها تنطلق الزلازل الكبرى التي تبلغ سطح الأرض، لذا تُدعى أيضاً باسم (طبقة بؤرة الزلازل الأرضية الكبرى).

الطبقة الرابعة : وسُمكها (20) كم، وهي طبقة متجددة، لذا فهي تتداخل مع الطبقة العليا المتجددة أيضاً في النواة.

النواة

تبلغ كثافتها عند السطح (9) غ/سم³ بينما تبلغ كثافتها عند مركز الأرض (14) غ/سم³ وهذا ما يجعل الكثافة



جاذبية الأرض

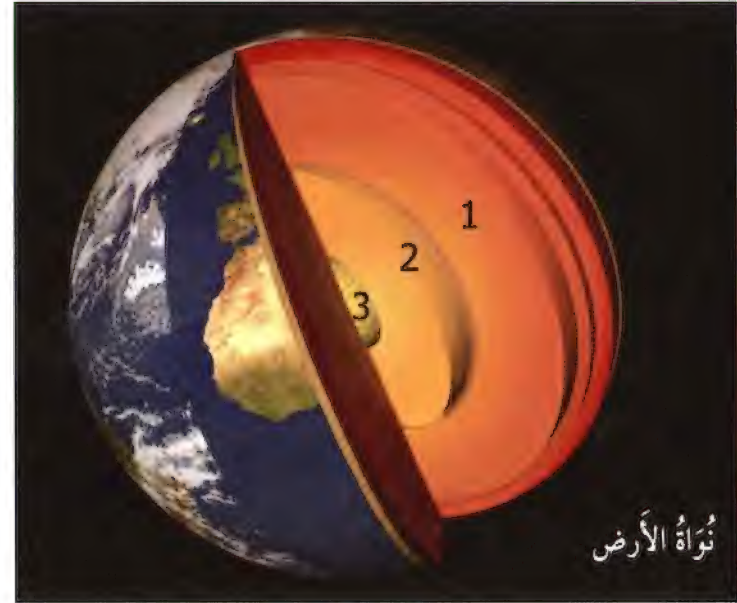
للتخلص من جاذبية الأرض نحتاج إلى سرعة قدرها (11.2) كيلومتراً في الثانية، ولا يفوق الأرض في قوة الجاذبية إلا ثلاثة كواكب هي: المشتري، وزحل، ونبتون.

الغلاف الغازي للكرة الأرضية

يُدعى الغلاف الغازي للكرة الأرضية باسم **Atmospher** (أتموسفير) وهي كلمة يونانية مؤلفة من مقطعين: (أتمو) ويعني (البخار) و(سفير) ويعني (كرة) - أي (الكرة البخارية) - اعتقاداً من اليونانيين القدماء بأن بخار الماء هو الذي يؤلف معظم ذلك الغلاف.

والواقع أن بخار الماء والغبار يدخلان كجسمين خليطين مع الهواء، دون أن يكونا من مركباته. إذ يتألف الهواء قرب سطح الأرض من غاز (الأزوت) بنسبة (78.07%) ومن غاز (الأوكسجين) بنسبة (20.95%)، وتؤلف الغازات الأخرى، وفي مقدمتها غاز الفحم والآرغون والكربتون والهيدروجين والأكسجين والهليوم والأوزون، نسبة (0.98%).

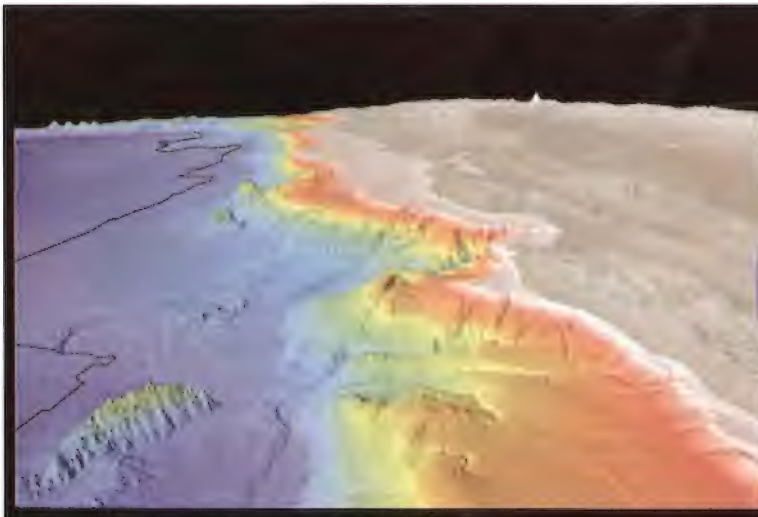
ويمتد الغلاف الجوي للكرة الأرضية من سطح الأرض وحتى ارتفاع (65.000) كم، بما في ذلك كل الطبقات التي



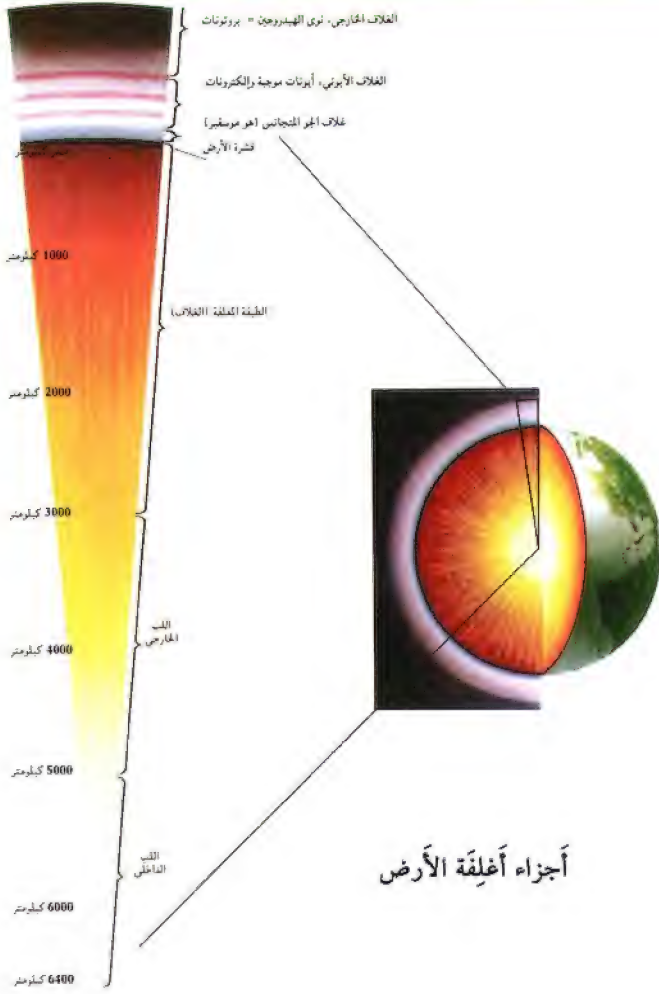
سطح الأرض

يتألف سطح الأرض من قسمين أساسيين هما: (البر) و(البحر). ويشغل البر (29%) من سطح الأرض الذي تبلغ مساحته (510) ملايين كيلومتر مربع، أي ما يعادل (148) مليون كيلومتر مربع. بينما يشغل البحر (71%) من مساحة سطح الكرة الأرضية، أي ما يعادل (362) مليون كيلومتر مربع.

ويتألف سطح الأرض من (7) قارات ينبع كلاً منها عدد من الجزر. كما يتألف من (5) محيطات ينبع كلاً منها عدد من البحار.



تُشغل المحيطات 71% من المساحة السطحية للكوكب، ولكنها لا تزال غير مستكشفة إلى حد كبير، وخلال الثمانينات وبداية التسعينات من القرن العشرين. كون الباحثون من مؤسسة العلوم القومية صوراً للرف الغازي الأمريكي ومنها هذه الصورة لمنطقة خليج مونترني في شمال كاليفورنيا (في اليسار).



أجزاء أغلفة الأرض

وَرْنُ الْغِلَافِ الْجَوِّيِّ (مِقْدَارُ الضَّغْطِ)

يَبْلُغُ وَرْنُ الْغِلَافِ الْجَوِّيِّ - وَهُوَ مَا نُعَبِّرُ عَنْهُ بِمِقْدَارِ الضَّغْطِ الْجَوِّيِّ - الْوَاقِعِ عَلَى كُلِّ سِتِّيمِترٍ مُرَبَّعٍ مِنْ سَطْحِ الْأَرْضِ عِنْدَ مُسْتَوَى سَطْحِ الْبَحْرِ (1.34 كغ. وَيُعَادِلُ وَرْنَ عَمُودٍ مِنَ الزَّبَقِ، مَقْطَعُهُ (1) سَمٌ وَاحِدٌ، وَارْتِفَاعُهُ (76) سَمٌ، مُقَامٌ عِنْدَ مُسْتَوَى سَطْحِ الْبَحْرِ.

وَتِلْكَ النَّتِيجَةُ، كَانَ قَدْ تَوَصَّلَ إِلَيْهَا الْعَالِمُ الْفِيْزِيَائِيُّ الْإِيطَالِيُّ إِيْفَانْ جِيلِيْستَا توريشيللي (1608 - 1674) م، الَّذِي قَامَ بِإِحْضَارِ عَمُودٍ زُجَاجِيٍّ مَدْرَجٍ قُطْرُهُ (1) سَمٌ، مَسْدُودٍ مِنْ أَعْلَاهُ، ثُمَّ مَلَأَهُ بِالزَّبَقِ، وَسَدَّهُ مِنَ الطَّرَفِ الثَّانِي الْمَفْتُوحِ بِإِصْبَعِهِ، وَبَعْدَ أَنْ غَمَسَ ذَلِكَ الرَّأْسَ فِي حَوْضٍ فِيهِ زَبَقٌ، رَفَعَ إِصْبَعَهُ عَنْ فَتْحَةِ ذَلِكَ الْعَمُودِ، فَلَاَحَظَ أَنَّ

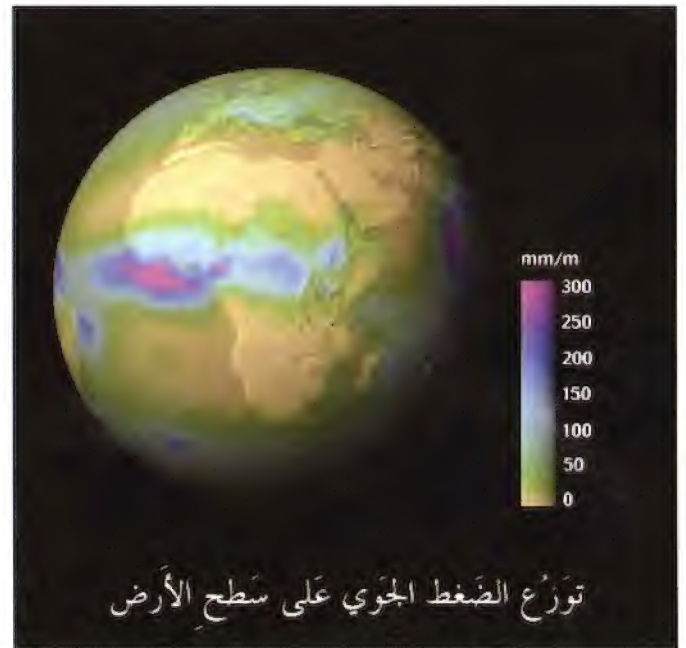
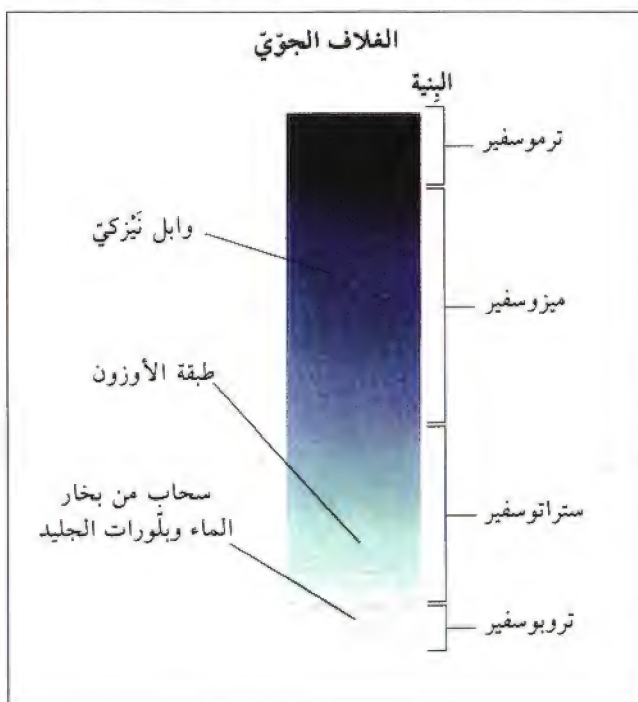
تَحَدَّثَ فِيهَا ظَوَاهِرُ تَوَثُّرٍ فِي كَوَكَبِ الْأَرْضِ وَمَا عَلَيْهِ مِنْ حَيَاةٍ. أَمَّا الْجُزْءُ الْكَثِيفُ نِسْبِيًّا مِنْ ذَلِكَ الْغِلَافِ الْغَازِيِّ، فَلَا يَزِيدُ ارْتِفَاعُهُ عَلَى (160) كَمٍ عَنْ سَطْحِ الْبَحْرِ. وَهُوَ الَّذِي يُسَبِّبُ اخْتِرَاقَ الشُّهُبِ وَالطَّبَقَةِ السَّطْحِيَّةِ لِلنَّبَازِكِ أَثْنَاءَ انْقِصَاصِهَا بِاتِّجَاهِ سَطْحِ الْأَرْضِ، كَمَا أَنَّهُ هُوَ الَّذِي يَرْفَعُ دَرَجَةَ حَرَارَةِ الْأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ وَالْمَرْكَبَاتِ وَالْمُخْتَبِرَاتِ الْفَضَائِيَّةِ أَثْنَاءَ اخْتِكَاكِهَا بِهِ عِنْدَ اجْتِيَازِهَا لَهُ وَهِيَ فِي طَرِيقِهَا إِلَى مَدَارَاتِهَا الْمَرْسُومَةِ لَهَا.



يُونَانِيَّةٌ مُؤَلَّفَةٌ مِنْ مَقْطَعَيْنِ هُمَا : (تروبو) وَيَعْنِي (التَّغْيِرَات) وَ(سُفِير) وَيَعْنِي (الْكُرَّة) - أَيْ (كُرَّةُ التَّغْيِرَات). وَقَدْ أَطْلَقَ الْعُلَمَاءُ عَلَيْهَا اسْمَ (طَبَقَةِ التَّغْيِرَاتِ الْجَوِّيَّة). إِذْ فِيهَا تَحْدُثُ جَمِيعُ ظَاهِرَاتِ الطَّقْسِ الْمُتَغَيِّرَةِ، مِنْ حَرَارَةٍ وَرُطُوبَةٍ وَضَغْطٍ، الَّتِي تُؤَثِّرُ فِي سَطْحِ الْأَرْضِ وَمَا عَلَيْهِ مِنْ إِنْسَانٍ وَحَيَوَانٍ وَنَبَاتٍ. وَلَا يَزِيدُ ارْتِفَاعُهَا فِي الْمُنْطَقَتَيْنِ الْقُطْبِيَّتَيْنِ عَلَى (8) كِيلُومِثْرَاتٍ، بَيْنَمَا يَصِلُ ارْتِفَاعُهَا إِلَى (16) كِيلُومِثْرًا فَوْقَ الْمُنْطَقَةِ الْإِسْتَوَائِيَّةِ. وَتَنْهِيْطُ الْحَرَارَةُ فِي هَذِهِ الطَّبَقَةِ مَعَ اِرْتِدَادِ الْاِرْتِفَاعِ فِيهَا، حَتَّى تَبْلُغَ فِي أَعْلَاهَا (-60) دَرَجَةً مِئْوِيَّةً.

وَأَهَمُّ الْغَازَاتِ الْمُرَكَّبَةِ لِهَذِهِ الطَّبَقَةِ (الْأُوكْسِجِن) وَنِسْبَتُهُ فِيهَا (20.95 %) ثُمَّ (الْأَزُوت) - أَيْ (النِّيتْرُوجِن) - وَنِسْبَتُهُ فِيهَا (78.07 %)، وَهُمَا الْغَازَانِ الضَّرُورِيَّانِ لِاسْتِمْرَارِ حَيَاةِ جَمِيعِ الْكَائِنَاتِ الْحَيَّةِ، يُضَافُ إِلَيْهِمَا غَازَاتٌ نَادِرَةٌ تَقَلُّ نِسْبَتُهَا مُجْتَمِعَةً عَنْ (1 %) وَتَتَأَلَّفُ مِنَ الْأَرْغُونِ وَالْكَرِبْتُونِ وَالْكَزِينُونِ وَالْهَلِيُومِ. وَتَخْتَلِطُ بِهِوَءِ هَذِهِ الطَّبَقَةِ الْعَنَاصِرُ التَّالِيَةُ : بُخَارُ الْمَاءِ، الْغُبَارُ، غَازُ الْفُحْمِ، وَنِسْبَةُ ضَخِيْلَةٍ مِنَ الْأُوزُونِ.

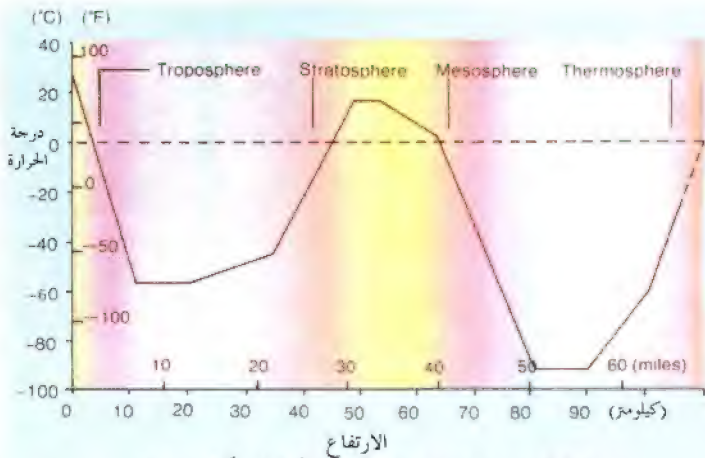
• طَبَقَةُ (التروبوبوز) أَوْ (حَدُّ التروبوبوز) Tropopause :



الرُّبُوبُ قَدْ هَبَطَ بِالْأَثْبُوبِ، ثُمَّ تَوَقَّفَ عِنْدَ الرَّقْمِ (76) سَم، وَعِنْدَهَا تَبَيَّنَ لَهُ أَنَّ الضَّغْطَ الْجَوِّيَّ الْوَاقِعَ عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ عِنْدَ مُسْتَوَى سَطْحِ الْبَحْرِ يُعَادِلُ وَزْنَهُ - أَيْ ضَغْطَهُ - وَزْنَ ذَلِكَ الْعَمُودِ الرُّبُوبِيِّ وَالْبَالِغِ (1.34) كِغ، عَلَى عَتَبَارِ أَنَّ كَثَافَةَ الرُّبُوبِ يُسَاوِي (13.6) غ/سَم³. وَقَدْ تَبَيَّنَ أَنَّهُ عِنْدَمَا نَرْتَفِعُ فِي الْجَوِّ إِلَى عُلوِّ (6) كَم، فَإِنَّ قِيَمَةَ الضَّغْطِ الْجَوِّيِّ تَهْبِطُ إِلَى النِّصْفِ. وَأَنَّهُ عِنْدَمَا نَرْتَفِعُ إِلَى عُلوِّ (12) كَم فِي الْجَوِّ، يَفْقِدُ الضَّغْطُ الْجَوِّيُّ هُنَاكَ (75 %) مِنْ وَزْنِهِ. وَهَذَا يَعْنِي أَنَّ الْغَازَاتِ الثَّقِيلَةَ تَقَلُّ تَدْرِيجِيًّا مَعَ اِرْتِدَادِ ارْتِفَاعِنَا فِي الْجَوِّ، ثُمَّ لَا تَلْبَثُ أَنْ تَخْتَفِيَ لِتَحُلَّ مَحَلَّهَا غَازَاتٌ خَفِيفَةٌ يَغْلُوهَا فِي النِّهَائَةِ حِرَامٌ جَوِّيٌّ مُمَغْنَطٌ وَمُكْهَرَّبٌ. وَيُقَسَّمُ الْغِلَافُ الْغَازِيُّ لِلْأَرْضِ إِلَى قِسْمَيْنِ أَسَاسِيَّيْنِ هُمَا : (الْغِلَافُ الدَّاخِلِيُّ) وَ(الْغِلَافُ الْخَارِجِيُّ).

الْغِلَافُ الدَّاخِلِيُّ : يَمْتَدُّ مِنْ سَطْحِ الْبَحْرِ حَتَّى ارْتِفَاعِ يَتَرَاوَحُ بَيْنَ (775 - 1000) كَم، وَيَحْتَوِي عَلَى الطَّبَقَاتِ التَّالِيَةِ :

• طَبَقَةُ (التروبوبوسفير) Troposphere : وَهِيَ تَسْمِيَةُ



العلاقة بين درجات الحرارة والارتفاع في طبقات الجو

(30) كم، إذ تبدأ من ارتفاع (60) كم عن سطح الأرض وتمتد حتى ارتفاع (90) كم. وفي هذه الطبقة، تأخذ الحرارة بالانخفاض بدءاً من القاعدة حيث لا تزيد هناك على (-2) درجتين مئويتين تحت الصفر، بينما تهبط عند أعلى هذه الطبقة حتى (-108) درجات مئوية تحت الصفر. وفيها يبدأ احتراق الشهب والقشرة الخارجية للنيازك التي تنقش باتجاه الأرض، وليكتمل في طبقة (الأوزون) القائمة تحتها.

• طبقة (الأيونوسفير) Ionospher : أي (الطبقة المتأينة) أو (الكرة الغازية المتأينة). وقد دُعيت بذلك لأن دقائق الأشعة الشمسية الكونية تفتت جزيئات الغاز فيها عند نفوذها إليها، فتجعلها متأينة. وفقدان ذرات غاز هذه الطبقة لجزء من إلكتروناتها يؤدي إلى نشوء كهربائية قوية فيها، تسبب ارتفاع حرارتها لدرجة كبيرة، إذ تصل في طبقاتها الدنيا إلى (+343) درجة مئوية، ثم يزداد ارتفاع الحرارة في القسم الأوسط منها حتى تبلغ (+1000) درجة مئوية. ومع تزايد الارتفاع في هذه الطبقة، نجد أن الحرارة تأخذ بالتناقص، إذ لا تزيد على (1.25) درجة مئوية في أعلاها.

وتلعب هذه الطبقة دوراً كبيراً في حماية حياة الإنسان والحيوان والنبات، لأنها تقوم باحتجاز الإشعاعات الضارة التي تقذف بها الشمس باتجاه الأرض. كما تقوم هذه الطبقة

واسم هذه الطبقة مؤلف من مقطعين هما (تروبو) ويعني (التغيرات) و(بوز) ويعني (التوقف) - أي (الطبقة التي تتوقف فيها التغيرات الجوية). لذا تكون هذه الطبقة الغازية هادئة ورقيقة، إذ لا يزيد سمكها على (11) كم، حيث تمتد بين ارتفاع (16 - 27) كم فوق طبقة (التروبوسفير). وتهبط الحرارة في أعلى هذه الطبقة حتى (-65) درجة مئوية.

• طبقة (الستراتوسفير) Stratospher : أي (الطبقة الغازية المتطبقة). ونضم طبقتين فرعيتين :

• طبقة (السلفيتوسفير) Sulphetospher : أي (الطبقة الغازية الكبرى). وقد دُعيت بذلك لاحتوائها على جزيئات من الكبريت. وتغلّف هذه الطبقة طبقة (التروبوبوز) القائمة تحتها. ويبلغ سمك طبقة (السلفيتوسفير) نحو (13) كم، إذ تمتد من ارتفاع (27) كم وحتى ارتفاع (40) كم، وفيها تأخذ الحرارة بالارتفاع قليلاً حتى تبلغ في أعلاها (-24) درجة مئوية.

• الأوزونوسفير Ozonospher : أي (الطبقة الغازية الأوزونية). وقد دُعيت بذلك لأنها تتألف من غاز (الأوزون) الذي يتركب من اتحاد (3) ذرات من (الأوكسجين) ويتصف بقدرته على امتصاص الأشعة فوق البنفسجية، وهي أشعة مخرقة تطلقها الشمس، وتتصف بقدرتها على تدمير الخلايا الحية التي تتعرض لها عند تدفق تلك الأشعة بكمية كبيرة. وفي هذه الطبقة يتم احتراق الشهب والطبقة الخارجية للنيازك قبل بلوغها سطح الأرض. ويبلغ سمك طبقة الأوزونوسفير (16) كم، إذ تبدأ من ارتفاع (40) كم عن سطح الأرض وتنتهي عند ارتفاع (56) كم. وفي أواسط هذه الطبقة، ترتفع الحرارة حتى تبلغ (+9) درجات مئوية ولكنها لا تلبث أن تعود فتهبط في أعلاها لتبلغ (-2) درجتين مئويتين.

• طبقة (الميزوسفير) Mesospher : أي (الطبقة الغازية الوسطى) أو (الكرة الغازية الوسطى)، ويبلغ سمكها



الدرع المغناطيسي للأرض

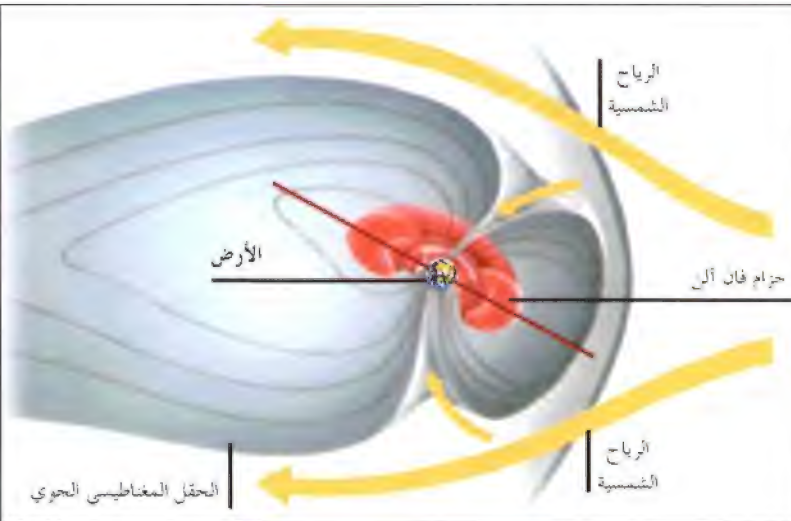
(9600 كم وَحَتَّى ارْتِفَاع (65000 كم).

يُدْعَى هَذَا الْحِزَامُ أَيْضاً بِاسْم (حِزَامِي فَا نَ آلِن) تَكْرِيماً
لِهَذَا الْعَالِمِ الَّذِي اكْتَشَفَ هَذَا الْحِزَامَ، وَاكْتَشَفَ أَنَّهُ مُؤَلَّفٌ
مِنْ حِزَامَيْنِ لَا مِنْ حِزَامٍ وَاحِدٍ :

• الأولُ يَمْتَدُّ مِنْ ارْتِفَاع (9600 كم حَتَّى ارْتِفَاع (13000 كم.

• والثَّانِي يَمْتَدُّ مِنْ ارْتِفَاع (13000 كم وَحَتَّى (65000 كم.

وَعِنْدَمَا تَعَصِفُ الرِّيحُ الشَّمْسِيَّةُ بِهَذَيْنِ الْحِزَامَيْنِ،
فَإِنَّهُمَا يَنْدَفِعَانِ أَمَامَهَا عَلَى شَكْلِ لِسَانٍ مُمْتَدٍّ فِي الْفَضَاءِ إِلَى
مَسَافَةِ (5.6) مِلْيَايِنِ كِيلُومِتْرٍ.



طَبِيعَةُ الْغَازَاتِ فِي الْغِلَافِ الْغَازِيِّ الْأَرْضِيِّ
تَتَغَيَّرُ طَبِيعَةُ الْغَازَاتِ فِي جَوِّ الْكُرَةِ الْأَرْضِيَّةِ مَعَ ارْتِدَادِ

بِعَكْسِ مَوْجَاتِ الْبَثِّ الْإِذَاعِيِّ، بَيْنَمَا تَنْفُذُ مِنْهَا مَوْجَاتُ الْبَثِّ
الْتَّلَفَازِيِّ الْقَصِيرَةِ جِدًّا.

يَبْلُغُ سُمْكُ هَذِهِ الطَّبَقَةِ مَا بَيْنَ (685 - 910) كم، إِذْ
تَبْدَأُ عِنْدَ ارْتِفَاعِ (90) كم لِتَنْتَهِيَ عِنْدَ ارْتِفَاعِ يَتَرَاوَحُ بَيْنَ (775 - 1000) كم.

وَعِنْدَ أَعْلَى هَذِهِ الطَّبَقَةِ يَنْتَهِي الْغِلَافُ الْغَازِيُّ الدَّاخِلِيُّ لِلْكُرَةِ
الْأَرْضِيَّةِ لِيَبْدَأَ الْغِلَافُ الْخَارِجِيُّ لَهَا الْمُسَمَّى (إِيكزوسفير).

وَفِي هَذِهِ الطَّبَقَةِ، وَالطَّبَقَةِ الْقَائِمَةِ فَوْقَهَا، تَحْدُثُ ظَاهِرَةٌ
(الشَّفَقُ الْقُطْبِيّ) الَّتِي تُلَاحَظُ فِي لِبَالِي الْمِنْطَقَتَيْنِ الْقُطْبِيَّتَيْنِ،
وَالَّتِي تَتِمَثَّلُ فِي تَوَهُّجَاتٍ مُلَوَّنَةٍ تَمَلَأُ السَّمَاءَ أحياناً، بَعْضُهَا يَتَّخِذُ
شَكْلَ سَتَائِرٍ تَتَدَلَّى مُقْتَرَبَةً مِنْ سَطْحِ الْأَرْضِ، وَمُلَوَّنَةٍ بِالْوَانِ زَاهِيَةٍ
خِلَابَةً، بَيْنَمَا يَتَّخِذُ بَعْضُهَا الْآخَرُ شَكْلَ أَشْهُمٍ نَارِيَةٍ رَائِعَةٍ.



ظَاهِرَةُ (الشَّفَقِ الْقُطْبِيّ) فِي آلاسْكََا.

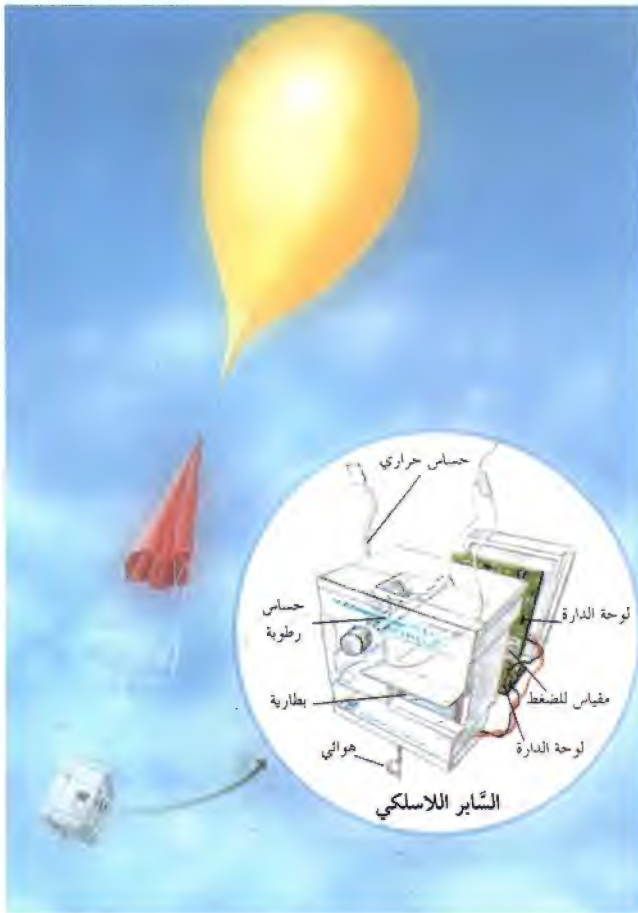
• الْغِلَافُ الْخَارِجِيُّ (الْإِيكزوسفير) Exosphere :
يَمْتَدُّ مِنْ عُلُوِّ (775 - 1000) كم وَحَتَّى ارْتِفَاعِ (65000) كم،
وَيَضُمُّ طَبَقَتَيْنِ فَرَعِيَّتَيْنِ :

أ- الطَّبَقَةُ الْمَشْحُونَةُ بِالطَّاقَةِ الشَّمْسِيَّةِ : وَتَمْتَدُّ مِنْ ارْتِفَاعِ
(775 - 1000) كم وَحَتَّى ارْتِفَاعِ (9600) كم، وَتُسَاهِمُ،
كَمَا رَأَيْنَا، فِي تَشْكِيلِ ظَاهِرَةِ (الشَّفَقِ الْقُطْبِيّ) مَعَ الطَّبَقَةِ
الْجَوِّيَّةِ الْقَائِمَةِ تَحْتَهَا.

ب- الْحِزَامُ الْمَغْنَطِيسِيّ : وَهُوَ يَمْتَدُّ مِنْ ارْتِفَاعِ

وَعَلَى كُلِّ مَا عَلَى ذَلِكَ السَّطْحِ مِنْ أَجْسَامٍ بَشَرِيَّةٍ وَحَيَوَانِيَّةٍ وَنباتية. فَكَيْفَ يُمَكِّنُ لِمِثْلِ تِلْكَ الكَائِنَاتِ الْحَيَّةِ تَحْمُلُ ذَلِكَ الضَّغْطَ الْجَائِمَ فَوْقَهَا بِاسْتِمْرَارٍ؟

لَقَدْ اكْتَشَفَ الْعُلَمَاءُ أَنَّ اللَّهَ الَّذِي خَلَقَ الكَائِنَاتِ الْحَيَّةِ، زَوَّدَهَا مِنْ دَاخِلِهَا بِضَغْطٍ مُعَادِلٍ لِلضَّغْطِ الْجَوِّيِّ الَّذِي تُوَجِّهُهُ، مِمَّا يَجْعَلُهَا لَا تُحَسَّ بِأَيِّ تَأْثِيرٍ لَهُ عَلَيْهَا، مِثْلَهَا فِي ذَلِكَ مِثْلُ الْأَسْمَاكِ الَّتِي تَعِيشُ فِي أَعْمَاقٍ مُحِيطِيَّةٍ لَا تَسْتَطِيعُ أَضْحَمُ الْغَوَاصَاتِ وَأَسْمَكُهَا وَأَقْوَاهَا مُعْدِنًا تَحْمَلُهُ، بَيْنَمَا نَحْدُ أَنْ تِلْكَ الْأَسْمَاكِ، الْمَخْلُوقَةُ مِنْ لَحْمٍ وَدَمٍ وَعَظْمٍ، تَتَحَرَّكُ فِي تِلْكَ الْأَعْمَاقِ بِرَاحَةٍ وَحُرِّيَّةٍ، دُونَ أَنْ تَشْعُرَ بِذَلِكَ الضَّغْطِ الْهَائِلِ الْقَائِمِ فَوْقَهَا.



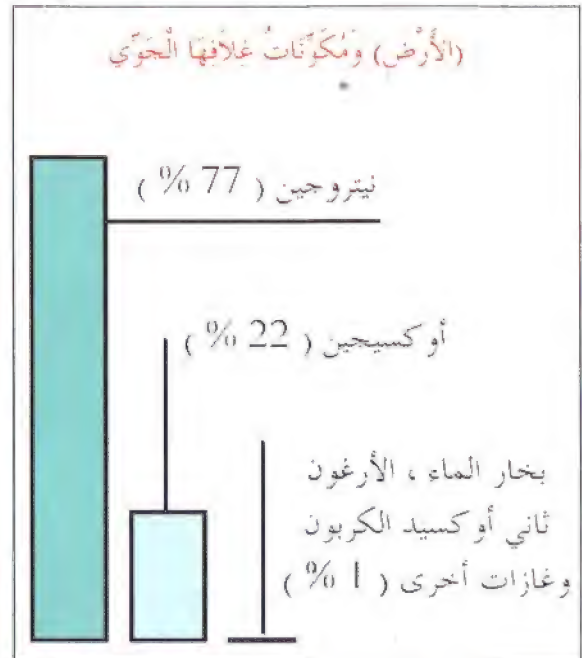
حَتَّى يَسْتَطِيعَ الْعُلَمَاءُ دِرَاسَةَ الْغِلَافِ الْجَوِّيِّ لِلْأَرْضِ، يَقُومُونَ بِإَرْسَالِ سَوَابِرِ راديو des Radioson تقيس الرُّطوبَةَ وَدَرَجَةَ الْحَرَارَةِ وَالضَّغْطَ.

الْإِرْتِفَاعُ عَنِ سَطْحِ الْأَرْضِ، إِذْ تَأْخُذُ الْغَازَاتُ الثَّقِيلَةُ بِالِاضْمِحْلَالِ مَعَ تَزَايُدِ الْإِرْتِفَاعِ لِتَحُلَّ مَحَلَّهَا غَازَاتٌ خَفِيفَةٌ. فَبَدَأَ مِنْ سَطْحِ الْأَرْضِ وَحَتَّى إِرْتِفَاعِ (110) كَم، تَسُودُ جُزَيْئَاتُ (الْأُرُوت) - أَيْ (النُّتْرُوجِين) - وَجُزَيْئَاتُ (الْأُوكْسِجِين). وَمِنْ إِرْتِفَاعِ (110) كَم وَحَتَّى إِرْتِفَاعِ (960) كَم، تَسُودُ جُزَيْئَاتُ (الْأُوكْسِجِين).

وَبَيْنَ إِرْتِفَاعِ (960) كَم وَحَتَّى إِرْتِفَاعِ (2400) كَم، تَسُودُ ذَرَّاتُ (الْهَلِيُوم).

وَبَيْنَ إِرْتِفَاعِ (2400) كَم وَحَتَّى إِرْتِفَاعِ (9600) كَم، تَسُودُ جُزَيْئَاتُ (الْهَيْدُرُوجِين).

وَبَيْنَ إِرْتِفَاعِ (9600) كَم وَحَتَّى إِرْتِفَاعِ (65000) كَم، تَسُودُ غَازَاتٌ شَدِيدَةُ التَّخْلُخْلِ وَالْخِفَّةِ، وَيَتَّصِلُ أَعْلَى هَذِهِ الطَّبَقَةِ مَعَ الْفَضَاءِ الْمُسَمَّى (فَضَاءٌ مَا بَيْنَ الْكَوَاكِبِ) Interplanetary إِذْ تَسُودُ غَازَاتٌ شَدِيدَةُ التَّخْلُخْلِ لِدَرَجَةٍ تَقْرُبُ مِنَ الْفَرَاغِ.



مُقَاوَمَةُ الْأَجْسَامِ الْحَيَّةِ لِلضَّغْطِ الْجَوِّيِّ

لَقَدْ رَأَيْنَا كَيْفَ أَنَّ لِلضَّغْطِ الْجَوِّيِّ ثِقَلًا يَبْلُغُ (1.34) كِيلُو غَرَامًا عَلَى كُلِّ سَنْتِيْمِتَرٍ مُرَبَّعٍ وَاقِعٍ عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ

مَدَارُ الْأَرْضِ

تُتِمُّ الْأَرْضُ دَوْرَتَهَا الْإِنْتِقَالِيَّةَ (السَّنَوِيَّةَ) حَوْلَ الشَّمْسِ عَلَى مَدَارٍ إهْلِيلَجِيٍّ تَحْتَلُّ الشَّمْسُ إِحْدَى بُؤَرَتَيْهِ. يَبْلُغُ طُولُهُ (940) مِليُونَ كَم، وَطُولُ قُطْرِهِ الْكَبِيرِ يَبْلُغُ (297) مِليُونَ كَم، بَيْنَمَا يَكُونُ طُولُ قُطْرِهِ الصَّغِيرِ أَقَلَّ مِنْ ذَلِكَ بِقَلِيلٍ. وَيُؤَاوِزِي مَدَارُ الْأَرْضِ الدَّائِرَةَ الْكُسُوفِيَّةَ. أَمَّا مِحْوَرُ الْأَرْضِ، فَيَصْنَعُ مَعَ الْعُمُودِ النَّازِلِ عَلَى ذَلِكَ الْمَدَارِ زَاوِيَةً قَدَرُهَا (23.5) دَرَجَةً.

حَرَكَاتُ الْأَرْضِ

تَقُومُ الْأَرْضُ بِـ (11) حَرَكَةٍ مَعًا، وَفِي طَلِيعَتِهَا (الدَّوْرَةُ الْمِحْوَرِيَّةُ أَوْ الْيَوْمِيَّةُ)، وَ(الدَّوْرَةُ الْإِنْتِقَالِيَّةُ أَوْ السَّنَوِيَّةُ).

• الدَّوْرَةُ الْمِحْوَرِيَّةُ (الْيَوْمِيَّةُ) :

تَدُورُ الْأَرْضُ حَوْلَ مِحْوَرِهَا الْوَهْمِيِّ دَوْرَةً وَاحِدَةً تَتِمُّهَا خِلَالَ (23) سَاعَةً وَ(54) دَقِيقَةً وَ(6) ثَوَانٍ، وَذَلِكَ أَمَامَ النَّجْمِ ذِي الْبُعْدِ السَّحِيقِ، وَيَنْتُجُ عَنْ تِلْكَ الدَّوْرَةِ مَا يُسَمَّى (الْيَوْمُ النَّجْمِيَّ) Stellar day.

بَيْنَمَا تَحْتَاجُ إِلَى (24) سَاعَةً كَي تُتِمَّ دَوْرَتَهَا أَمَامَ الشَّمْسِ الْقَرِيبَةِ نَسْبِيًّا مِنَ الْأَرْضِ، وَهُوَ مَا يَنْتُجُ عَنْهُ (الْيَوْمُ الشَّمْسِيَّ)⁽¹⁾ Sunday. وَهَذِهِ الزِّيَادَةُ الَّتِي أُضِيفَتْ عَلَى الْيَوْمِ الشَّمْسِيِّ، بِالْمُقَارَنَةِ مَعَ الْيَوْمِ النَّجْمِيِّ، وَقَدَرُهَا (5) دَقَائِقَ وَ(54) ثَانِيَةً، نَائِجَةٌ عَنْ تَحَرُّكِ الْأَرْضِ عَلَى مَدَارِهَا حَوْلَ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ دَرَجَةٍ وَاحِدَةٍ تَقْرِيبًا مِنْ دَرَجَاتِ ذَلِكَ الْمَدَارِ، مِمَّا يَجْعَلُ النُّقْطَةَ الَّتِي وَاجَهَتْ الشَّمْسُ أَوَّلَ مَرَّةٍ لَا تَعُودُ لِمُوَاجَهَتِهَا ثَانِيَةً إِلَّا بَعْدَ (24) سَاعَةً. وَلَا نَحْسُ بِهَذِهِ الدَّوْرَةِ الْمِحْوَرِيَّةِ لِأَنَّهَا وَكُلُّ مَا عَلَى الْأَرْضِ وَمَا يُحِيطُ بِهَا مِنْ غِلَافٍ غَازِيٍّ، يَدُورُ مَعَهَا.

وَحَيْرٌ مِثَالٍ عَلَى عَدَمِ الْإِحْسَاسِ ذَلِكَ بِتِلْكَ الْحَرَكَةِ، مَا يَحْدُثُ لِرَاكِبِ الطَّائِرَةِ مِنْ شُعُورٍ بِأَنَّهَا لَا تَتَحَرَّكُ فِي الْجَوِّ بِرَغْمِ سُرْعَتِهَا الْكَبِيرَةِ الَّتِي تَنْدَفِعُ فِيهَا. وَتَتَفَاوَتْ سُرْعَةُ دَوْرَانِ الْمَنَاطِقِ الْمُتَعَدِّدَةِ الْقَائِمَةِ عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ حَسَبَ قُرْبِهَا أَوْ بُعْدِهَا عَنْ خَطِّ الْإِسْتِوَاءِ. إِذْ أَنَّ أَهْطَأَ مَنَاطِقِ سَطْحِ الْأَرْضِ دَوْرَانًا، نَقْطَتَا الْقُطْبَيْنِ، إِذْ تَكَادُ تَكُونُ سُرْعَتُهُمَا صِفْرًا. وَأَسْرَعَ مَنَاطِقِ الْأَرْضِ دَوْرَانًا، الْمِنْطَقَةُ الْإِسْتِوَائِيَّةُ، إِذْ تَصِلُ السَّرْعَةُ فَوْقَ خَطِّ الْإِسْتِوَاءِ إِلَى (465) مِثْرًا فِي الثَّانِيَةِ.

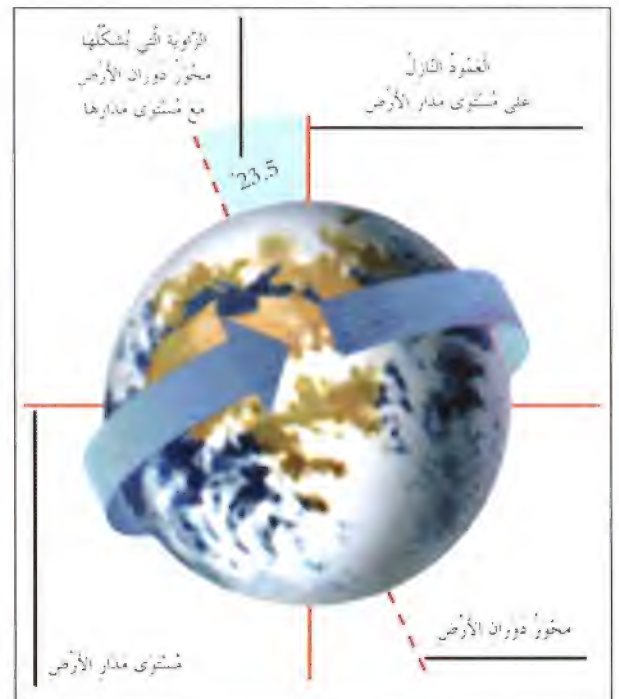
نَتَائِجُ الْحَرَكَةِ أَوْ الدَّوْرَةِ الْمِحْوَرِيَّةِ

مِنْ أَهَمِّ نَتَائِجِ الدَّوْرَةِ الْمِحْوَرِيَّةِ لِلأَرْضِ، نَتِيجَتَانِ هُمَا :

• حُدُوثُ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ :

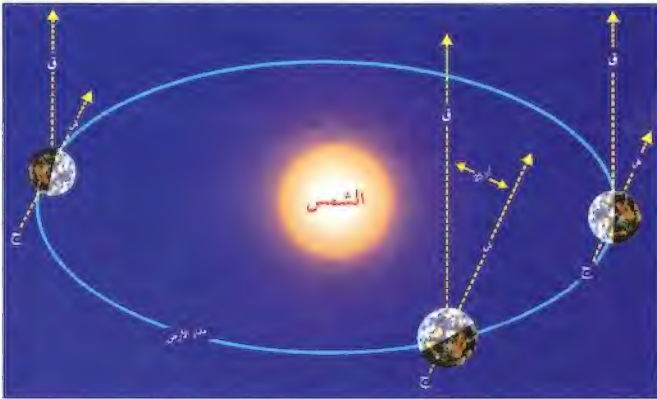
ذَلِكَ أَنَّ نِصْفَ سَطْحِ الْأَرْضِ الْمَحْجُوبَ عَنِ الشَّمْسِ يَكُونُ الْوَقْتُ فِيهِ لَيْلًا، إِذْ يَخْلُدُ فِيهِ الْإِنْسَانُ إِلَى الرَّاحَةِ وَالنَّوْمِ، أَمَّا النِّصْفُ الْآخَرُ مِنْ ذَلِكَ السَّطْحِ، وَالَّذِي يَغْمُرُهُ نُورُ الشَّمْسِ، فَيَكُونُ الْوَقْتُ فِيهِ نَهَارًا، إِذْ يَنْشِطُ الْإِنْسَانُ خِلَالَهُ لِلْعَمَلِ.

(1) مُتَوَسِّطُ الْبُعْدِ بَيْنَ الْأَرْضِ وَالشَّمْسِ يُقَدَّرُ بِـ (149.6) مِليُونِ كِيلُومِثَرٍ، يَقْطَعُهُ نُورُ الشَّمْسِ خِلَالَ (8) دَقَائِقَ، أَمَّا أَقْرَبُ نَجْمٍ إِلَى الْأَرْضِ - وَهُوَ (الْأَقْرَبُ الْقَنْطُورِيُّ) - فَيَبْعُدُ عَنْهَا مَسَافَةً (4.27) سَنَوَاتٍ ضَوْئِيَّةً.



• الدَّوْرَةُ الْإِنْتِقَالِيَّةُ (السَّنَوِيَّةُ) :

تَدُورُ الْأَرْضُ حَوْلَ الشَّمْسِ بِسُرْعَةٍ مُتَوَسِّطَةٍ قَدَرُهَا (29.76) كِيلُومِترًا فِي الثَّانِيَةِ، وَتَبْتَمُ دَوْرَتَهَا تِلْكَ فِي سَنَةٍ - أَيَّ خِلَالَ مُدَّةِ (365 ¼) يَوْمًا - وَبِدِقَّةٍ أَكْبَرَ خِلَالَ (365) يَوْمًا وَ(5) سَاعَاتٍ وَ(48) دَقِيقَةً وَ(46) ثَانِيَةً.



وَيَنْتُجُ عَنْ هَذِهِ الدَّوْرَةِ تَشَكُّلُ الْفُصُولِ الْأَرْبَعَةِ نَظَرًا لِإِلْتِزَامِ الْأَرْضِ خِلَالَهَا الْأَوْضَاعَ الثَّلَاثَةَ التَّالِيَةَ :

1. دَوْرَانَهَا عَلَى مَدَارٍ إِهْلِيلِيٍّ تَحْتِلُ الشَّمْسُ إِحْدَى بُورَتَيْهِ.

2. تَشَكِيلَ مَحْوَرِهَا الْوَهْمِيِّ مَعَ الْعَمُودِ النَّازِلِ عَلَى مُسْتَوَى مَدَارِهَا زَاوِيَةً قَدَرُهَا (23.5) دَرَجَةً، أَيَّ أَنَّ مَحْوَرَهَا يَصْنَعُ مِنْ مُسْتَوَى مَدَارِهَا زَاوِيَةً قَدَرُهَا (66.5) دَرَجَةً طَوَالَ دَوْرَتِهَا الْإِنْتِقَالِيَّةِ.

3. بَقَاءَ مَحْوَرِهَا مُتَّجِهًا نَحْوَ نَجْمِ الْقُطْبِ طَوَالَ دَوْرَتِهَا تِلْكَ.

تَشَكُّلُ الْفُصُولِ الْأَرْبَعَةِ

فَصْلُ الصَّيْفِ : فِي يَوْمِ (21) حُزَيْرَانَ، يَكُونُ الْقُطْبُ الشَّمَالِيُّ لِلْأَرْضِ قَدْ بَلَغَ أَقْصَى مَيْلٍ لَهُ بِاتِّجَاهِ الشَّمْسِ، مِمَّا يَجْعَلُ أَشْعَتَهَا تَسْقُطُ عَمُودِيَّةً عَلَى (مَدَارِ السَّرَطَانِ) الْوَاقِعِ عَلَى خَطِّ الْعَرْضِ (23.5) شَمَالَ خَطِّ الْإِسْتِوَاءِ، فَتَرْتَفِعُ



حُدُوثُ اللَّيْلِ وَالتَّهَارِ فِي الْأَرْضِ

• انْحِرَافُ الْأَجْسَامِ الْمُتَحَرِّكَِةِ عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ :

يُلَاحَظُ أَنَّ كُلَّ مُتَحَرِّكِ عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ يَنْتَجُهُ مِنْ الْقُطْبَيْنِ نَحْوَ خَطِّ الْإِسْتِوَاءِ، أَوْ بِالْعَكْسِ، وَسَوَاءٌ أَكَانَ اتِّجَاهُ سَيْرِهِ مُتَعَامِدًا مَعَ دَرَجَاتِ الْعَرْضِ أَوْ مُشَكَّلًا زَاوِيًا حَادَّةً مَعَهَا مِنْ جِهَةٍ، وَمُتَفَرِّجَةً مِنْ الْجِهَةِ الْأُخْرَى، فَإِنَّهُ يَنْحَرِفُ نَحْوَ يَمِينِهِ فِي نِصْفِ الْكُرَةِ الشَّمَالِيَّةِ وَنَحْوَ يَسَارِهِ فِي نِصْفِ الْكُرَةِ الْجَنُوبِيَّةِ. وَلَمَّا كَانَ الْعَالَمُ (فِيرِيل) هُوَ الَّذِي اكْتَشَفَ هَذَا الْقَانُونِ، فَقَدْ دُعِيَ ذَلِكَ الْإِنْحِرَافُ بِاسْمِ (قَانُونِ فِيرِيل).

بَيْنَمَا يَرُدُّ بَعْضُهُمْ اكْتِشَافَ ذَلِكَ الْإِنْحِرَافِ إِلَى الْعَالَمِ (بَايِر) لِذَا يُدْعَى أحيانًا بِاسْمِ (قَانُونِ بَايِر). أَمَّا الْمُتَحَرِّكِ بِشَكْلِ مُوَازٍ لِدَرَجَاتِ الْعَرْضِ، فَإِنَّهُ لَا يَنْحَرِفُ خِلَالَ مَسَارِهِ أَبَدًا.



تَغِيْبُ شَمْسٍ مُنْتَصِفِ اللَّيْلِ مِنْ نَتَائِجِ مَيْلِ مَحْوَرِ الْأَرْضِ، فَفِي شَمَالِ الْكُرَةِ الْأَرْضِيَّةِ، تَبْقَى الشَّمْسُ فِي بَعْضِ الْبِلَادِ مُشْرِقَةً لِمُدَّةٍ سِنَةٍ أَشْهُرٍ دُونَ أَنْ تَغِيْبَ (هَذِهِ الصُّورَةُ فِي شَمَالِ النُّوْبِج).

أَشِعَّةُ الشَّمْسِ عَمُودِيَّةً عَلَى (مَدَارِ الْجَدْيِ) الَّذِي يَقَعُ عَلَى بُعْدِ (5. 23) دَرَجَةً جَنُوبَ حَظِّ الاسْتِواءِ، بَيْنَمَا تَسْقُطُ أَشِعَّةُ الشَّمْسِ مَائِلَةً عَلَى نِصْفِ الكُرَةِ الشَّمَالِيِّ، مِمَّا يَجْعَلُهَا ضَعِيفَةً الحَرَارَةِ، وَيَوْمَهَا يَكُونُ بِدَايَةَ فَصْلِ الشِّتَاءِ فِي نِصْفِ الكُرَةِ الشَّمَالِيِّ، الَّذِي

الحَرَارَةُ فِي نِصْفِ الكُرَةِ الشَّمَالِيِّ، وَيَكُونُ ذَلِكَ الْيَوْمُ هُوَ أَوَّلُ يَوْمٍ مِنْ أَيَّامِ فَصْلِ الصَّيْفِ الَّذِي يَدُومُ مُدَّةَ (93) يَوْمًا وَ(16) سَاعَةً وَ(48) دَقِيقَةً، فِي الْوَقْتِ الَّذِي يَكُونُ فِيهِ ذَلِكَ الْيَوْمُ أَوَّلَ أَيَّامِ فَصْلِ الشِّتَاءِ فِي نِصْفِ الكُرَةِ الجَنُوبِيِّ.



يَدُومُ (89) يَوْمًا وَسَاعَةً وَاحِدَةً، بَيْنَمَا يَكُونُ ذَلِكَ الْيَوْمُ بِدَايَةَ لِفَصْلِ الصَّيْفِ فِي نِصْفِ الكُرَةِ الجَنُوبِيِّ.

يَتَوَقَّفُ تَغْيِيرُ الفُصولِ عَلَى المِيلِ الأعظمِ للأَرْضِ، وَعَلَى مُبَاكَرَةِ الاعتدالين، فَفِي الصَّيْفِ تَكُونُ كَمِيَّةُ الحَرَارَةِ الشَّمْسِيَّةِ الَّتِي يَسْتَقْبِلُهَا النِّصْفُ الشَّمَالِيُّ مِنَ الكُرَةِ الأَرْضِيَّةِ أَكْبَرَ مِنْ تِلْكَ الَّتِي يَسْتَقْبِلُهَا نِصْفُهَا الجَنُوبِيُّ، وَحَسَبَ زَاوِيَةِ المُبَادَرَةِ، فَقَدْ تَكُونُ الأَرْضُ فِي أَقْرَبِ نَقْطَةٍ مِنَ الشَّمْسِ (الحضيض) خِلَالَ صَيْفِ نِصْفِهَا الشَّمَالِيِّ، أَوْ خِلَالَ شِتَائِهَا، كَمَا هُوَ سَائِرٌ حَالِيًا. وَنَتِيجَةً لِذَلِكَ يَخْدُثُ زِيَادَةٌ أَوْ نُقْصَانٌ فِي التَّبَايُنَاتِ المَوْسِمِيَّةِ.



فَصْلُ الخَرِيفِ : وَفِي يَوْمِ (23) أَيْلُولَ، يَكُونُ القُطْبُ الشَّمَالِيُّ لِلأَرْضِ غَيْرَ مَائِلٍ عَنِ الشَّمْسِ أَوْ نَحْوَهَا، إِذْ يَكُونُ هُوَ والقُطْبُ الجَنُوبِيُّ عَلَى مَسَافَةٍ وَاحِدَةٍ مِنْهَا، وَتَسْقُطُ أَشِعَّةُ الشَّمْسِ عَمُودِيَّةً عَلَى حَظِّ الاسْتِواءِ، فَتَعْتَدِلُ الحَرَارَةُ فِي نِصْفِي الكُرَةِ الأَرْضِيَّةِ، وَيَكُونُ ذَلِكَ الْيَوْمُ بِدَايَةَ فَصْلِ الخَرِيفِ فِي نِصْفِ الكُرَةِ الشَّمَالِيِّ، وَالَّذِي يَدُومُ مُدَّةَ (89) يَوْمًا وَ(14) سَاعَةً وَ(36) دَقِيقَةً، كَمَا يَكُونُ بِدَايَةَ فَصْلِ الرِّبْعِ فِي نِصْفِ الكُرَةِ الجَنُوبِيِّ.

فَصْلُ الشِّتَاءِ : وَفِي يَوْمِ (21) كَانُونِ الأوَّلِ، يَكُونُ القُطْبُ الشَّمَالِيُّ لِلأَرْضِ قَدْ بَلَغَ أَقْصَى مِيلٍ لَهُ عَنِ الشَّمْسِ، فَتَسْقُطُ

الفُصولُ الأَرْبَعَةُ



تَرَكَزُ الْأَرْضِ

أَيَّ نِسْبَةٍ تَقْسِيمِ الْمَسَافَةِ بَيْنَ الْبُورَتَيْنِ عَلَى طُولِ الْقُطْرِ الْكَبِيرِ لِمَدَارِ الْأَرْضِ الْإِهْلِيلَجِيِّ : إِنَّ الْمَسَافَةَ بَيْنَ بُورَتَيْ مَدَارِ الْأَرْضِ تُقَدَّرُ بِـ (5) مِلْيَيْنِ كِيلُومِترٍ، وَهَذَا مَا يَجْعَلُ نِسْبَةَ تَرَكَزِ الْأَرْضِ فِي حُدُودِ (0.017).

عَوَامِلُ ارْتِفَاعِ الْحَرَارَةِ صَيْفًا وَانْخِفَاضِهَا شِتَاءً

تَكُونُ الْأَرْضُ فِي فَصْلِ شِتَاءٍ نِصْفِ الْكُرَةِ الشَّمَالِيِّ أَقْرَبَ إِلَى الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (5) مِلْيَيْنِ كِيلُومِترٍ عَمَّا تَكُونُ عَلَيْهِ الْمَسَافَةُ بَيْنَهَا وَبَيْنَ الشَّمْسِ فِي فَصْلِ الصَّيْفِ. فَكَيْفَ تُفسِّرُ ارْتِفَاعَ حَرَارَةِ الصَّيْفِ، وَشِدَّةَ بُرُودَةِ الشِتَاءِ؟

إِنَّ السَّرَّ فِي ذَلِكَ يَكْمُنُ فِي الدَّرَجَةِ الْأُولَى فِي الْوَضْعِ الَّذِي تَسْقُطُ فِيهِ أَشِعَّةُ الشَّمْسِ عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ. فَبِالْصَّيْفِ نِصْفِ الْكُرَةِ الشَّمَالِيِّ تَسْقُطُ أَشِعَّةُ الشَّمْسِ عَمُودِيَّةً عَلَى بَعْضِ مَنَاطِقِ هَذَا النِّصْفِ، أَوْ قَرِيبَةً مِنَ الْعَمُودِيَّةِ عَلَى بَعْضِ مَنَاطِقِهِ الْأُخْرَى؛ وَعَلَى ذَلِكَ، فَإِنَّ الْحُرْمَةَ الْحَرَارِيَّةَ الصَّادِرَةَ عَنِ الشَّمْسِ :

- تَسْقُطُ عَلَى رُقْعَةٍ مُحدَّدةٍ وَصَغِيرَةٍ مِنْ سَطْحِ الْأَرْضِ.
- ثُمَّ تَجْتَازُ - بِسَبَبِ وَضْعِهَا الْعَمُودِيِّ أَوْ الْقَرِيبِ مِنْ ذَلِكَ - طَبَقَةً غَازِيَّةً غَيْرَ سَمِيكَةٍ مِنَ الْغِلَافِ الْغَازِيِّ الْمُحِيطِ بِالْأَرْضِ.
- وَبِسَبَبِ هَذَيْنِ الْعَامِلَيْنِ تَكُونُ الْحَرَارَةُ الَّتِي تُسَبِّبُهَا تِلْكَ

فَصْلُ الرَّبِيعِ : وَفِي يَوْمِ (21) آذَارَ يَكُونُ الْقُطْبُ الشَّمَالِيُّ لِلْأَرْضِ غَيْرَ مَائِلٍ نَحْوَ الشَّمْسِ أَوْ عَنْهَا، وَيَكُونُ الْقُطْبَانِ يَوْمَهَا عَلَى بُعْدٍ وَاحِدٍ مِنَ الشَّمْسِ، فَتَسْقُطُ أَشِعَّةُ الشَّمْسِ عَمُودِيَّةً عَلَى خَطِّ الْإِسْتِوَاءِ، فَتَعْتَدِلُ الْحَرَارَةُ فِي نِصْفِي الْكُرَةِ الْأَرْضِيَّةِ، وَيَكُونُ ذَلِكَ الْيَوْمُ بَدَايَةَ فَصْلِ الرَّبِيعِ فِي نِصْفِ الْكُرَةِ الشَّمَالِيِّ، وَبَدَايَةَ فَصْلِ الْخَرِيفِ فِي نِصْفِ الْكُرَةِ الْجَنُوبِيِّ، وَيَدُومُ كُلُّ مِنْهُمَا (92) يَوْمًا وَ(21) سَاعَةً وَ(36) دَقِيقَةً.



الْأَرْضُ فِي الْأَوْجِ

بَعْدَ مُرُورِ (12) يَوْمًا عَلَى بَدَايَةِ فَصْلِ الصَّيْفِ - أَيَّ فِي يَوْمِ (3) تَمُوزَ - تَكُونُ الْأَرْضُ قَدْ بَلَغَتْ أَقْصَى بُعْدٍ لَهَا عَنِ الشَّمْسِ أَثْنَاءَ دَوْرَتِهَا الْإِنْتِقَالِيَّةِ، إِذْ تَكُونُ قَدْ أَصْبَحَتْ عَلَى بُعْدِ (151.996) مِلْيُونِ كِيلُومِترٍ عَنِ الشَّمْسِ. فَيُقَالُ يَوْمَهَا بِأَنَّ الْأَرْضَ فِي (الْأَوْجِ).

الْأَرْضُ فِي الْحَضِيضِ

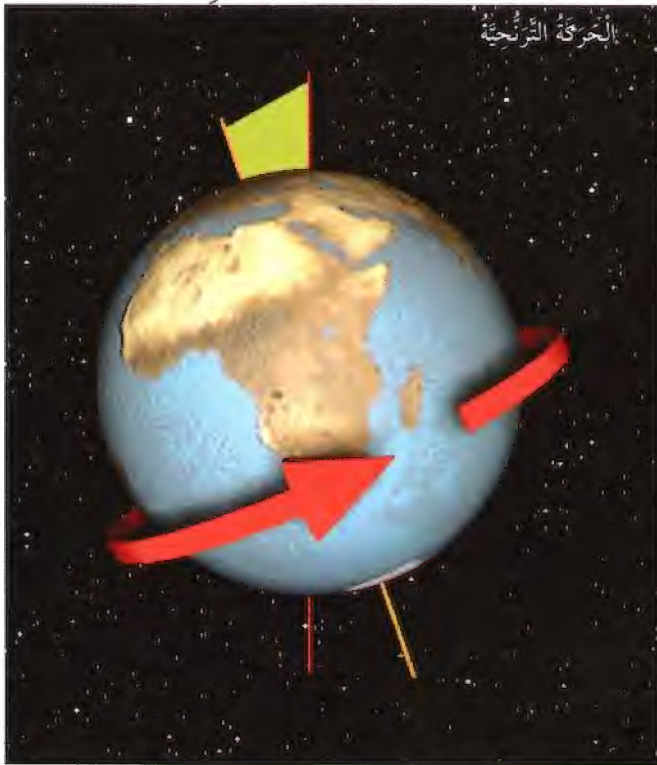
بَعْدَ مُرُورِ (12) يَوْمًا عَلَى بَدْءِ فَصْلِ الشِتَاءِ - أَيَّ فِي يَوْمِ (2) كَانُونِ الثَّانِي - تَكُونُ الْأَرْضُ قَدْ بَلَغَتْ أَقْرَبَ نَقْطَةٍ إِلَى الشَّمْسِ أَثْنَاءَ دَوْرَتِهَا الْإِنْتِقَالِيَّةِ، إِذْ لَا تَزِيدُ الْمَسَافَةُ يَوْمَهَا بَيْنَهُمَا عَلَى (146.993) كَم، فَيُقَالُ يَوْمَهَا إِنَّ الْأَرْضَ فِي (الْحَضِيضِ).



الْوَضْعُ الَّذِي تَسْقُطُ فِيهِ أَشِعَّةُ الشَّمْسِ عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ.

الْحَرَكَةُ التَّرْنُجِيَّةُ

تَتَرَنُّجُ الْأَرْضُ وَهِيَ تَقُومُ بِدَوْرِنَهَا الْإِنْتِقَالِيَّةِ بِسَبَبِ شَكْلِهَا الَّذِي يُشَبِّهُ الْبَيْضَةَ كَمَا قَدَّمْنَا، وَبِسَبَبِ تَعَرُّضِهَا لِجَذَبِ الْقَمَرِ مِنْ جِهَةٍ، وَالشَّمْسِ مِنْ جِهَةٍ أُخْرَى. وَيُؤَدِّي هَذَا التَّرَنُّجُ إِلَى تَزَحُّجِ النَّهَايَةِ الشَّمَالِيَّةِ لِمَحْوَرِ الْأَرْضِ الْوَهْمِيِّ عَنِ اتِّجَاهِهِ الَّذِي قُلْنَا عَنْهُ مَبْدَئِيًّا بِأَنَّهُ ثَابِتٌ بِاتِّجَاهِ نَجْمِ الْقُطْبِ.



وَهَذَا التَّرَحُّجُ الضَّيِّلُ سَنَوِيًّا يُؤَدِّي عَلَى مَرِّ الْعُصُورِ إِلَى نَتِيجَتَيْنِ :

- تَغْيِيرُ مَوْقِعِ الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ : إِذْ يَتَّجِهُ مَحْوَرُ الْأَرْضِ إِلَى نَجْمٍ آخَرَ هُوَ غَيْرُ النَّجْمِ الْقُطْبِيِّ الْحَالِيِّ الْقَائِمِ فِي نِهَائِهِ ذَبِلِ (الدَّبِّ الْأَصْغَرِ).

• مُبَاكَرَةُ الْإِعْتِدَالَيْنِ

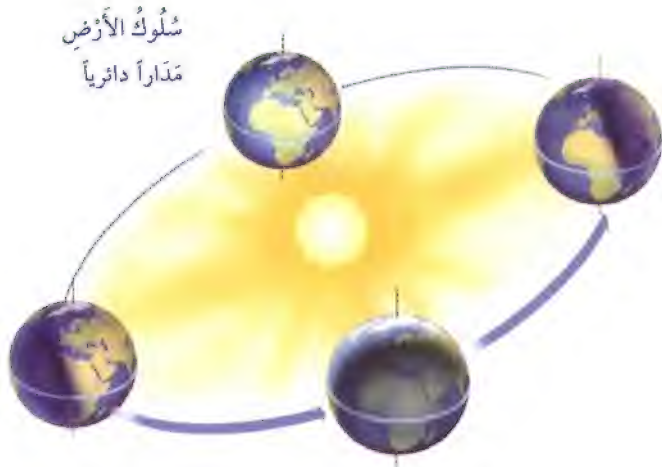
equinoxes : أَيُّ حُدُوثِ الْفُصُولِ فِي كُلِّ عَامٍ فِي وَقْتِ أَبْكَرٍ قَلِيلًا مِنَ الْمَوْعِدِ الَّذِي تَحْدُثُ فِيهِ. وَيُؤَدِّي ذَلِكَ عَلَى مَرِّ أُلُوفِ السِّنِينَ إِلَى حُلُولِ كُلِّ فَصْلٍ مَكَانَ الْفَصْلِ الَّذِي يَسْبِقُهُ.

الْحُرْمَةُ الْحَرَارِيَّةُ مُرْتَفَعَةٌ بِرَغْمِ بُعْدِ الْأَرْضِ عَنِ الشَّمْسِ .
أَمَّا فِي فَصْلِ شِتَاءِ نِصْفِ الْكَرَةِ الشَّمَالِيَّةِ، فَإِنَّ نَفْسَ الْحُرْمَةِ الْحَرَارِيَّةِ الصَّادِرَةِ عَنِ الشَّمْسِ :
• تَسْقُطُ - بِسَبَبِ وُرُودِهَا بِشَكْلِ مَائِلٍ - مُوزَّعَةً عَلَى مِسَاحَةٍ كَبِيرَةٍ مِنَ الْأَرْضِ .

• وَبِسَبَبِ مِثْلِهَا ذَلِكَ فَإِنَّهَا تَضْطَرُّ لِاجْتِنَازِ طَبَقَاتِ سَمِيكَةٍ مِنَ الْغِلَافِ الْغَازِيِّ الْمُحِيطِ بِالْأَرْضِ، فَيَسْلُبُهَا جُزْءًا مِمَّا تَحْمِلُهُ مِنْ حَرَارَةٍ مَعَهَا .
وَبِذَلِكَ تُصْبِحُ حَرَارَةُ الْمِنْطَقَةِ الَّتِي تُصِيبُهَا تِلْكَ الْحُرْمَةُ الْحَرَارِيَّةُ شِتَاءً أَقْلَ مِمَّا كَانَتْ عَلَيْهِ صَيْفًا بِرَغْمِ قُرْبِ الْأَرْضِ مِنَ الشَّمْسِ شِتَاءً .

وَلَمَّا كَانَ صَيْفُ نِصْفِ الْكَرَةِ الْجَنُوبِيِّ يَحْدُثُ وَالْأَرْضُ كَأَقْرَبِ مَا تَكُونُ إِلَى الشَّمْسِ، كَمَا أَنَّ فَصْلَ شِتَاءِ ذَلِكَ النِّصْفِ يَحْدُثُ وَالْأَرْضُ كَأَبْعَدِ مَا تَكُونُ عَنِ الشَّمْسِ، فَإِنَّ حَرَارَةَ صَيْفِ ذَلِكَ النِّصْفِ يَحِبُّ أَنْ تَكُونَ أَعْلَى مِنْ حَرَارَةِ صَيْفِ النِّصْفِ الشَّمَالِيِّ، وَبُرُودَةُ شِتَاءِ ذَلِكَ النِّصْفِ يَحِبُّ أَنْ تَكُونَ أَشَدَّ مِنْ بُرُودَةِ شِتَاءِ النِّصْفِ الشَّمَالِيِّ لَوْلَا غَلَبَةُ الْمُحِيطَاتِ عَلَى الْبَرِّ فِي النِّصْفِ الْجَنُوبِيِّ، مِمَّا يُؤَدِّي إِلَى تَعْدِيلِ الْحَرَارَةِ فِي الصَّيْفِ، وَتَخْفِيفِ الْبُرُودَةِ فِي الشَّتَاءِ؛ فَتُصْبِحُ حَرَارَةُ هَذَيْنِ الْفُصْلَيْنِ فِي نِصْفِ الْكَرَةِ الْجَنُوبِيِّ قَرِيبَةً مِمَّا هِيَ عَلَيْهِ فِي نِصْفِ الْكَرَةِ الشَّمَالِيَّةِ .





تَغْيِيرُ الْأَرْضِ لِنُقْطَةِ تَوَازُنِهَا مَعَ الْقَمَرِ

يَبْعُدُ الْقَمَرُ عَنِ الْأَرْضِ وَسَطِيّاً نَحْوَ (354.000) كَم، وَتَقَعُ نُقْطَةُ تَوَازُنِهِ مَعَ الْأَرْضِ فِي بَاطِنِهَا عَلَى بُعْدِ (4425) كَم عَنْ مَرْكَزِهَا حَالِيّاً، إِلَّا أَنَّ تَبَاطُؤَ الْأَرْضِ بِمِقْدَارِ ثَانِيَةٍ وَاحِدَةٍ كُلَّ (1000) عَامٍ، كَمَا أَتْبَسَتْ آلَاتُ الرِّصْدِ الْفَلَائِكِيَّةِ الدَّقِيقَةُ، سَيُؤَدِّي إِلَى زِيَادَةٍ فِي سُرْعَةِ دَوْرَانِ الْقَمَرِ حَوْلَ الْأَرْضِ بِنَفْسِ النِّسْبَةِ، وَسَيُؤَدِّي ذَلِكَ إِلَى ابْتِعَادِ الْقَمَرِ عَنِ الْأَرْضِ خِلَالَ أُلُوفِ مَلَايِينِ السَّنِينَ الْقَادِمَةِ، مِمَّا يَجْعَلُ نُقْطَةَ التَّوَازُنِ الْقَائِمَةَ بَيْنَهُ وَبَيْنَ الْأَرْضِ تَغْيِيرَ مَوْقِعِهَا.

الْحَرَكَةُ التَّذْبُذُّبِيَّةُ (النُّودَانُ)

لَا يُؤَدِّي جَذْبُ الْقَمَرِ وَالشَّمْسِ لِلْأَرْضِ إِلَى تَرْنُحِهَا فَقَطْ، وَإِنَّمَا إِلَى (نُودَانِهَا) أَيْضاً، أَيْ (تَذْبُذُّبِهَا) أَثْنَاءَ تَحَرُّكِهَا عَلَى مَدَارِهَا، حَيْثُ نَحْدُ الْأَرْضَ تَخْرُجُ عَنْ مَسَارِهَا قَلِيلاً لِتَرْسُمَ قَوْساً صَغِيرَةً عَنْ يَمِينِ مَدَارِهَا، ثُمَّ تَقْطَعُ مَدَارَهَا لِتَرْسُمَ قَوْساً صَغِيرَةً عَنْ يَسَارِهِ. وَتَحْتَاجُ إِلَى رَسْمِ كُلِّ مِنْ هَاتَيْنِ الْقَوْسَيْنِ



إِلَى (18.6) سَنَةً، إِذْ تَكُونُ الْأَرْضُ قَدْ أَتَمَّتْ (نُودَةً) وَاحِدَةً - أَيْ (ذَبْذَبَةً) وَاحِدَةً. وَقَدْ حُسِبَ أَنَّ عَوْدَةَ النِّهَايَةِ الشَّمَالِيَّةِ لِمَحْوَرِ الْأَرْضِ إِلَى اتِّجَاهِهِ نَحْوَ نَجْمِ الْقُطْبِ بَعْدَ أَنْ يُغَادِرَهُ، تَحْتَاجُ إِلَى مُدَّةٍ قَدْرُهَا (25.800) سَنَةً، تَكُونُ الْأَرْضُ خِلَالَهَا قَدْ قَامَتْ بِنَحْوِ (1400) نُودَةٍ (ذَبْذَبَةٍ).

شُكْلُ الْأَرْضِ مَدَاراً دَائِرياً

لَا حَظَّ الْعُلَمَاءُ أَنَّ الْأَرْضَ، خِلَالَ دَوْرَتِهَا الْإِنْتِقَالِيَّةِ، تُحَاوِلُ تَحْوِيلَ مَدَارِهَا الْإِهْلِيلِيَّ الْقَرِيبِ مِنَ الدَّائِرَةِ إِلَى مَدَارٍ يَكَادُ يَكُونُ دَائِريّاً، وَهَذَا يَعْنِي قِصْرَ الْمَسَافَةِ بَيْنَ بُورَتَيِ الْمَدَارِ. وَقَدْ حُسِبَ الزَّمَنُ اللَّازِمُ لِانْتِهَاءِ الْأَرْضِ مِنْ تَحْقِيقِ ذَلِكَ فَوُجِدَ أَنَّهُ فِي حُدُودِ (92.000) سَنَةً مُنْذُ الْآنَ.

وَمَعَ تَغْيِيرِ الْأَرْضِ لِمَوْقِعِي بُورَتَيِ مَدَارِهَا، فَإِنَّهَا تَكُونُ قَدْ غَيَّرَتْ مَوْقِعِي نُقْطَتَيْ (الْأَفُوجِ) وَ(الْحَضِيضِ) الْحَالِيَتَيْنِ.



تَحَرُّكُ الْأَرْضِ عَلَى مَدَارِ لَوْلِيٍّ

إِنَّ دَوْرَانَ الْأَرْضِ حَوْلَ مَرْكَزِ الْمَجَرَّةِ، مَعَ اتِّجَاهِهَا نَحْوَ كَوْكَبَةِ الْجَائِي، يَجْعَلُ الْأَرْضَ تَرُوسُ خَلْفَهَا مَدَارَاتٍ وَهَمِيَّةً لَوْلِيَّةَ الشَّكْلِ، إِذْ إِنَّهَا، وَهِيَ تَدُورُ حَوْلَ الشَّمْسِ، تُغَيِّرُ مَوْقِعَهَا مِنَ الْمَجَرَّةِ، مِمَّا يُعْطِي لِمَدَارَاتِهَا الْمُتَلَاخِقَةِ الشَّكْلَ اللَّوْلِيَّ.



التَّحَرُّكُ نَحْوَ الْقِمَّةِ: تَنَجُّهُ الشَّمْسِ بِسُرْعَةٍ (72000 كم/سا) نَحْوَ الْقِمَّةِ، وَهِيَ نُقْطَةُ مَوْجُودَةٍ فِي كَوْكَبَةِ الْجَائِي، وَالْكَوَاكِبُ الَّتِي تَدُورُ حَوْلَهَا، مِنَ الْأَرْضِ، تَرْسُمُ نَتِيجَةَ ذَلِكَ حَلَزُونًا فِي الْفَضَاءِ.

الْحَقْلُ الْمِغْنَاطِيْسِيُّ لِلْكَرَةِ الْأَرْضِيَّةِ

لِلْأَرْضِ حَقْلَانِ مِغْنَاطِيْسِيَّانِ: أَوَّلُهُمَا حَقْلٌ يُغْلَفُ سَطْحَ الْأَرْضِ، وَثَانِيَهُمَا حَقْلٌ جَوِّيٌّ يُحِيطُ بِالْغِلَافِ الْغَايِي لِلْأَرْضِ:

1. الْحَقْلُ الْمِغْنَاطِيْسِيُّ الْأَرْضِي: تَمَتَّازُ الْكَرَةُ الْأَرْضِيَّةُ بِوُجُودِ مَحْوَرٍ مِغْنَاطِيْسِيٍّ ضَخْمٍ يَخْتَرِقُ سَطْحَ الْأَرْضِ فِي نَقْطَتَيْنِ تُدْعَيَانِ (الْقُطْبَيْنِ الْمِغْنَاطِيْسِيَّيْنِ) magnetic poles. أَحَدُهُمَا فِي نِصْفِ الْكَرَةِ الشَّمَالِيِّ يُدْعَى (الْقُطْبُ الْمِغْنَاطِيْسِيُّ الشَّمَالِيَّ)، وَالثَّانِي فِي

دَوْرَةُ الْأَرْضِ حَوْلَ مَرْكَزِ الْمَجَرَّةِ

تَقُومُ الْأَرْضُ مَعَ الشَّمْسِ، وَبَقِيَّةِ كَوَاكِبِهَا الْأُخْرَى، بِالدَّوْرَانِ حَوْلَ مَرْكَزِ الْمَجَرَّةِ الْقَائِمَةِ فِيهَا وَهِيَ (الْمَجَرَّةُ الْأَرْضِيَّةُ) - أَيْ (دَرْبُ النَّبَاتَةِ) أَوْ (الطَّرِيقُ اللَّبَنِيَّ). وَتَتِمُّ الْأَرْضُ مَعَ الشَّمْسِ، وَبَقِيَّةِ أَعْضَاءِ مَنْظُومَتِهَا، دَوْرَةً وَاحِدَةً حَوْلَ مَرْكَزِ تِلْكَ الْمَجَرَّةِ كُلِّ (250) مِلْيُونِ سَنَةٍ.

تَبَاعُدُ الْأَرْضِ مَعَ مَجَرَّتِهَا عَنْ بَقِيَّةِ الْمَجَرَّاتِ

تَتَبَاعَدُ الْمَجَرَّاتُ فِي الْكَوْنِ عَنْ بَعْضِهَا بِسُرْعَاتٍ خَيَالِيَّةٍ، تُوَدِّي إِلَى اتِّسَاعٍ فِيهِ، وَقَدْ شَبَّهَ هَذَا التَّبَاعُدُ، وَمَا يُسَبِّبُهُ مِنْ اتِّسَاعٍ فِي الْكَوْنِ، بِنِقَاطٍ مَوْجُودَةٍ عَلَى سَطْحِ كُرَةِ مَطَاطِيَّةٍ رَقِيقَةٍ، يَتَّسِعُ سَطْحُهَا مَعَ ازْدِيَادِ حَقْنِهَا بِالْهَوَاءِ. وَتَتَبَاعَدُ أَرْضُنَا مَعَ مَجَرَّتِنَا عَنْ غَيْرِهَا مِنَ الْمَجَرَّاتِ بِسُرْعَةٍ (980) كم فِي الثَّانِيَةِ الْوَاحِدَةِ.

تَحَرُّكُ الْأَرْضِ بِاتِّجَاهِ كَوْكَبَةِ (الْجَائِي)

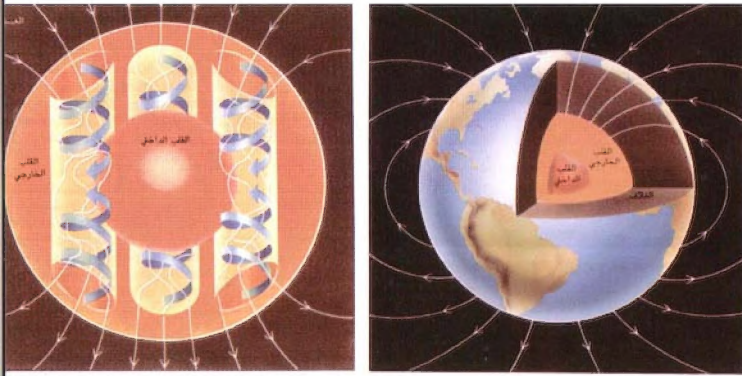
تَقُومُ الشَّمْسُ أَثْنَاءَ دَوْرَانِهَا حَوْلَ مَرْكَزِ الْمَجَرَّةِ، وَمَعَهَا الْأَرْضُ وَبَقِيَّةُ مَنْظُومَتِهَا، بِالْإِقْتِرَابِ شَيْئًا فَشَيْئًا مِنَ الْكَوْكَبَةِ الْمَوْجُودَةِ فِي نَفْسِ الْمَجَرَّةِ، وَالْمُسَمَّاةِ (كَوْكَبَةُ الْجَائِي) أَوْ

هرقل Hercules.



الشَّمَالِ الجُغْرَافِيّ - بِمِقْدَار (1000) كم تَقْرِيْبًا. أَمَّا القُطْبُ المِغْنَطِيسِيّ الجَنُوبِيّ فَيَقَعُ قُرْبَ سَاحِلِ القَارَةِ القُطْبِيَّةِ الجَنُوبِيَّةِ (أَنْتَارِكْتِيكَا) بِجَوَارِ بَحْرِ (روس) فَوْقَ الأَرْضِ المُسَمَّاةِ (أَرْضِ جُورْجِ الخَامِسِ).

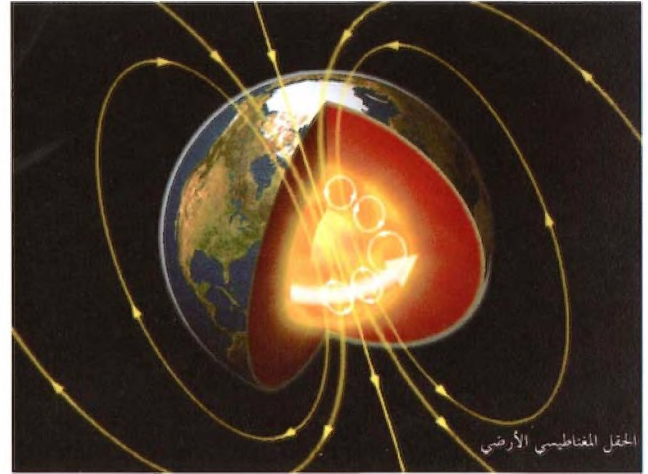
2. الحَقْلُ المِغْنَطِيسِيّ الجَوِّيّ: في عام 1958م، كَشَفَ القَمَرُ الصَّنَاعِيّ (إكسبلورر-1) عَن وُجُودِ مَجَالٍ مِغْنَطِيسِيّ يُحِيطُ بِالْغِلَافِ الغَازِيّ الأَرْضِيّ بَدْءًا مِنْ ارْتِفَاعِ (9.600) كم وَحَتَّى ارْتِفَاعِ (65.000) كم، يَتَقَوَّمُ بِاحْتِجَازِ الجُزْئِيَّاتِ المُشِعَّةِ الَّتِي تَقْدِفُ بِهَا الرِّيحُ الشَّمْسِيَّةُ بِاتِّجَاهِ سَطْحِ الأَرْضِ.



تُمَثِّلُ خُطُوطُ القُوَّةِ المِغْنَطِيسِيَّةِ المَجَالِ خَارِجَ القَلْبِ (إِلَى اليَمِينِ)، وَيُشِيرُ المَاسِ لَأَيِّ خَطٍّ مِنْ خُطُوطِ المَجَالِ إِلَى اتِّجَاهِ القُوَّةِ المِغْنَطِيسِيَّةِ. وَتُبَيِّنُ كَثَافَةُ الخُطُوطِ شِدَّةَ القُوَّةِ. وَمِنْ خَرَائِطِ المَجَالِ المِغْنَطِيسِيّ تَمَكَّنَ العُلَمَاءُ مِنْ اسْتِنتَاجِ تَشَكُّلِ مُخْتَمَلٍ لِجَرَيَانِ المَانِعِ وَلِلْمَجَالِ المِغْنَطِيسِيّ فِي القَلْبِ (إِلَى الْيَسَارِ).

وَقَدْ اعْتَقَدَ الْعَالَمُ (فَان آلِن)، الَّذِي قَدَّمَ دِرَاسَتَهُ عَن هَذَا المَجَالِ المِغْنَطِيسِيّ، بِأَنَّهُ مُؤَلَّفٌ مِنْ مَجَالَيْنِ مِغْنَطِيسِيَّيْنِ، دُعِيَ كُلُّ مَنِهْمَا بِاسْمِ (حِزَامِ فَان آلِن) تَكَرُّبًا لَهُ. ثُمَّ بَيَّنَّتِ الدَّرَاسَاتُ الحَدِيثَةُ بِوَسَاطَةِ الأقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ أَنَّهْمَا حِزَامٌ وَاحِدٌ، مَعَ اخْتِلَافٍ بَسِيطٍ فِي طَبِيعَةِ طَبَقَاتِهِ السُّفْلَى عَن طَبَقَاتِهِ العُلْيَا، وَهَذَا مَا جَعَلَ (فَان آلِن) يَظُنُّهُمَا حِزَامَيْنِ مُنْطَبِقَيْنِ فَوْقَ بَعْضِهِمَا.

نِصْفِ الكُرَةِ الجَنُوبِيّ وَيُدْعَى (القُطْبُ المِغْنَطِيسِيّ الجَنُوبِيّ). وَالمَحْوَرُ المِغْنَطِيسِيّ يُوَازِي مَحْوَرَ الأَرْضِ، وَيَبْعُدُ عَنْهُ نَحْوَ (1000) كِيلُومِترٍ، كَمَا أَنَّهُ أَقْصَرُ مِنْهُ، وَالْقُطْبَانِ المِغْنَطِيسِيَّانِ يَكُونَانِ بَعِيدَيْنِ عَنِ القُطْبَيْنِ الجُغْرَافِيَّيْنِ.

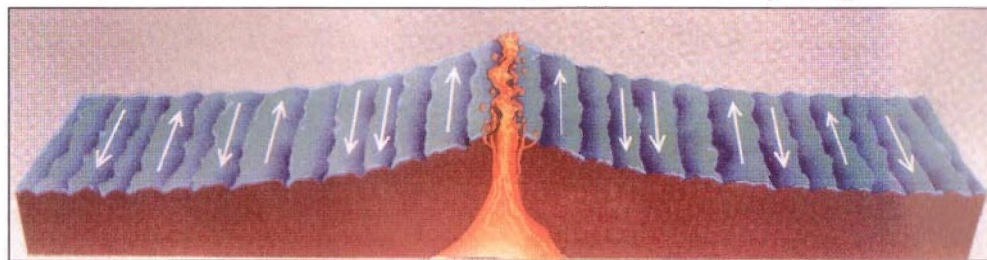


وَيَقُومُ هَذَا المَحْوَرُ المِغْنَطِيسِيّ بِنَشْرِ قُوَّاهُ المِغْنَطِيسِيَّةِ عَلَى كَامِلِ سَطْحِ الكُرَةِ الأَرْضِيَّةِ، وَيُكْشَفُ عَنْهُ بِوَسَاطَةِ إِثْرَةِ البُوصَلَةِ المُمَغْنَطَةِ Compass الَّتِي يَتَّجِهُ أَحَدُ رَأْسَيْهَا نَحْوَ القُطْبِ الشَّمَالِيّ المِغْنَطِيسِيّ، بَيْنَمَا يَتَّجِهُ رَأْسُهَا الْآخَرُ نَحْوَ القُطْبِ المِغْنَطِيسِيّ الجَنُوبِيّ. وَالْقُطْبَانِ المِغْنَطِيسِيَّانِ غَيْرُ ثَابِتَيْنِ فِي مَكَانِهِمَا، وَإِنَّمَا يَتَغَيَّرُ مَوْقِعُهُمَا بَيْنَ عَامٍ وَآخَرَ تَغْيِيرًا ضَخِيمًا، لِذَا يُدَاعُ فِي كُلِّ عَامٍ عَن مِقْدَارِ الزَّائِيَةِ الَّتِي يُشَكِّلُهَا الشَّمَالُ المِغْنَطِيسِيّ مَعَ الشَّمَالِ الجُغْرَافِيّ. وَالْقُطْبُ المِغْنَطِيسِيّ الشَّمَالِيّ مَوْجُودٌ الْيَوْمَ فِي (شِبْهِ جَزِيرَةِ بُوْنِيَا) فِي شَمَالِ (كَنْدَا)، وَيَبْعُدُ عَنِ القُطْبِ الشَّمَالِيّ - أَيْ عَنِ

مدة تحولات القطبية
عشرات الآلاف من السنين

الفترة الفاصلة بين انعكاسات القطبية
ملايين السنين

تغيرات في تكرار الانعكاسات
مئات الملايين من السنين

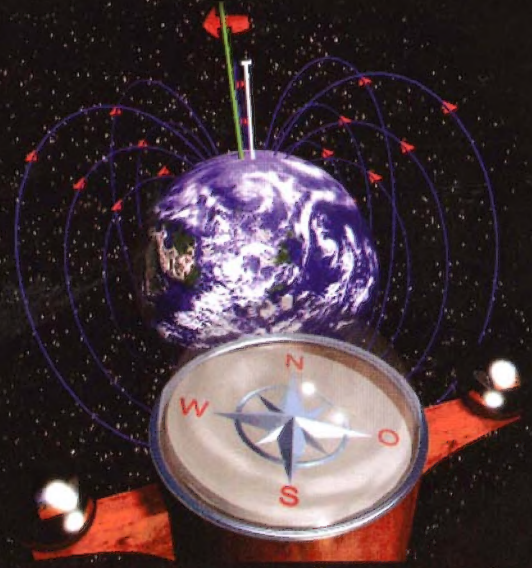


صورة للمجال المغناطيسي كما لوحظ على امتداد القشرة الأرضية في المحيط

المدُّ والجَزُرُ Tides

هُمَا حَدِثَانِ فَلَكِيَّانِ، تُؤَثِّرَانِ فِي سَطْحِ الْأَرْضِ مَرَّتَيْنِ فِي الْيَوْمِ، يُسَبِّبُهُمَا جَذْبُ الْقَمَرِ وَالشَّمْسِ لِلْأَرْضِ. وَمَعَ أَنَّ الشَّمْسَ أَكْبَرَ مِنَ الْأَرْضِ بِحَوَالِي مِلْيُونِ مَرَّةٍ، وَأَنَّ الْقَمَرَ أَصْغَرَ مِنَ الْأَرْضِ بِكَثِيرٍ، إِذْ لَا يَزِيدُ حَجْمُهُ عَلَى (0.020) مِنْ حَجْمِهَا فَإِنَّ تَأْثِيرَهُ فِي عَمَلِيَةِ الْجَذْبِ تِلْكَ أَكْبَرُ مِنْ تَأْثِيرِ عَمَلِيَةِ جَذْبِ الشَّمْسِ بِقَلِيلٍ، وَمَا ذَاكَ إِلَّا لِقُرْبِهِ الْكَبِيرِ مِنَّا، وَبُعْدِ الشَّمْسِ بُعْداً كَبِيراً عَنَّا. إِذْ أَنَّ الْبُعْدَ الْوَسْطِيَّ لِلْقَمَرِ عَنَّا، أَكْثَرَ بِقَلِيلٍ مِنْ (380) أَلْفِ كَم⁽¹⁾ بَيْنَمَا يَصِلُ الْبُعْدُ الْوَسْطِيُّ لِلشَّمْسِ عَنَّا حَوَالِي (149.5) مِلْيُونِ كَم.

بِمَا أَنَّ الْأَرْضَ تَدُورُ يَوْمِيّاً أَمَامَ الشَّمْسِ، كَمَا يَتَحَرَّكُ الْقَمَرُ يَوْمِيّاً حَوْلَ الْأَرْضِ، لِيَتِمَّ دَوْرَتَهُ حَوْلَهَا فِي زَمَنِ وَسْطِيٍّ قَدْرُهُ (29.5) يَوْماً، فَإِنَّهُمَا - أَيُّ الشَّمْسِ وَالْقَمَرِ - يُحْدِثَانِ فِي الْوَجْهِ الْمُعْرَضِ لَهُمَا، ارْتِفَاعاً فِي مِيَاهِ الْمُحِيطَاتِ، وَفِي سَطْحِ الْقَارَاتِ، وَهُوَ يُدْعَى (المدُّ)، بَيْنَمَا يُحْدِثُ فِي الْوَجْهِ الْمَخْجُوبِ عَنْهُمَا، (مدُّ) آخَرَ فِي مِيَاهِ الْمُحِيطَاتِ، وَفِي سَطْحِ الْقَارَاتِ وَهُوَ مَا يُدْعَى (المدُّ الارتخائي) النَّاجِمُ عَنِ ضَعْفِ جاذِبَةِ الْأَرْضِ، بِالنَّسْبَةِ لِلْوَجْهِ الْمَخْجُوبِ عَنِ



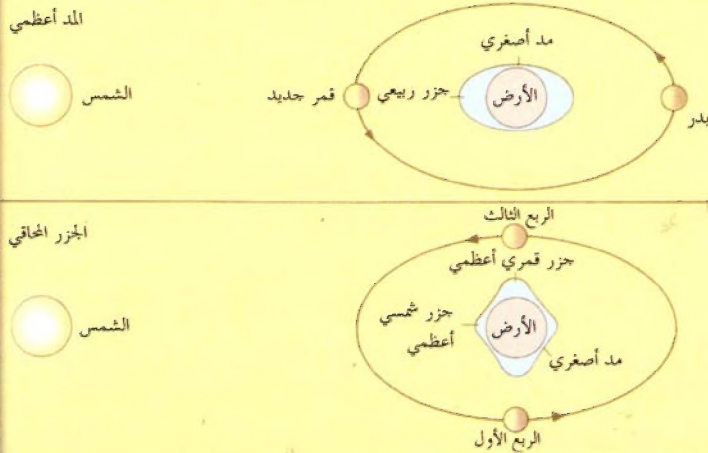
يُسَبِّبُ الْحَقْلَ الْمَغْنَطِيسِي الْأَرْضِي انْحِرَافَ الْبُوصْلَةِ، مِمَّا يُسَاعِدُنَا عَلَى مَعْرِفَةِ الشَّمَالِ الْجُغْرَافِي.

كَهْرَبَائِيَّةُ الْأَرْضِ

يَعُودُ أَمْرُ نُشُوءِ كَهْرَبَائِيَّةِ الْأَرْضِ إِلَى الْأَسْبَابِ الثَّلَاثَةِ

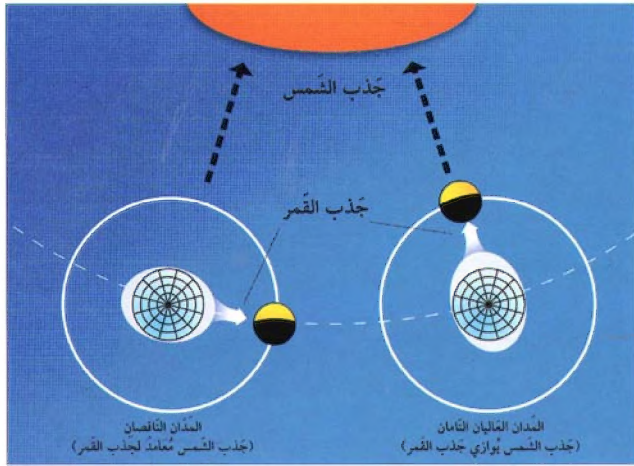
التَّالِيَةِ :

- وَجُودِ طَبَقَةِ سَائِلَةٍ مِنَ الْحَدِيدِ الْمُمَغْنَطِ تَغْلُفُ لُبَّ النَّوَاةِ الْأَرْضِيَّةِ.
- دَوْرَانِ تِلْكَ الطَّبَقَةِ مَعَ دَوْرَانِ الْأَرْضِ، إِنَّمَا بِشَكْلِ أَسْرَعَ مِنْهَا وَمِنْ لُبِّ النَّوَاةِ الَّذِي تَغْلُفُهُ.
- وَجُودِ حَقْلٍ مَغْنَطِيسِيٍّ حَوْلَ تِلْكَ الطَّبَقَةِ السَّائِلَةِ، يَعْمَلُ عَمَلَ نَعْلِ الْفَرَسِ الْمُمَغْنَطِ الَّذِي يُوضَعُ فِي مُوَلِّدَاتِ الْكَهْرَبَاءِ.



(1) هذا البعد الوَسْطِي، هُوَ الْبُعْدُ الْمُقَاسُ بَيْنَ مَرَكَزِي الْأَرْضِ وَالْقَمَرِ وَهُوَ الْبُعْدُ الْمُعْتَمَدُ فِي بَحْثِ الْجاذِبَةِ.

كَهْرَبَائِيَّةُ الْأَرْضِ



ب- المد الأكبر أو المد الأعظمي : في مُنتصفِ الشَّهرِ القَمَري، يَصُبُحُ القَمَرُ وَالشَّمْسُ وَبَيْنَهُمَا الْأَرْضُ عَلَى اسْتِقَامَةٍ وَاحِدَةٍ، وَعِنْدَهَا يَحْدُثُ (المد الأكبر أو المد الأعظمي) في سَطْحِ الْأَرْضِ الْمُقَابِلِ لِلْقَمَرِ وَفِي مُحِيطَاتِهِ وَبِحَارِهِ.

كَمَا يَحْدُثُ (مدٌّ أَكْبَرُ) فِي سَطْحِ الْأَرْضِ، الْمُقَابِلِ لِلشَّمْسِ، أَتْنَاءَ الْوَجْهَانِ الْآخَرَانِ مِنَ الْأَرْضِ، اللَّذَانِ تَنْسَحِبُ مِنْهُمَا الْمِيَاهُ نَحْوَ الْوَجْهَيْنِ الْمُعْرَضَيْنِ لِلْقَمَرِ وَالشَّمْسِ، فَيَحْدُثُ فِيهِمَا (جَزْرٌ أَعْظَمِيٌّ). وَفِي أَوَّلِ يَوْمٍ مِنْ أَيَّامِ الشَّهْرِ الْقَمَرِيِّ، حَيْثُ تَكُونُ الشَّمْسُ وَالْأَرْضُ وَبَيْنَهُمَا الْقَمَرُ عَلَى اسْتِقَامَةٍ وَاحِدَةٍ يَحْدُثُ (مدٌّ أَكْبَرُ) فِي سَطْحِ الْأَرْضِ الْمُوجَّهِ نَحْوَ الْقَمَرِ وَالشَّمْسِ.

وَتُؤَدِّي جاذِبَتَا الْقَمَرِ وَالشَّمْسِ، إِلَى إَضْعَافِ جاذِبَتِهِ الْأَرْضِ، بِالنِّسْبَةِ لِلسَّطْحِ الْمُقَابِلِ، فَيَحْدُثُ فِيهِ (مدٌّ أَكْبَرُ) يُدْعَى : (المدُّ الْارْتِخَائِيٌّ)، وَيُسَاوِي تَمَاماً (المدُّ الْأَكْبَرُ) الْقَائِمُ فِي الْوَجْهِ الْمُقَابِلِ (لِلْقَمَرِ وَالشَّمْسِ).

أَمَّا السَّطْحَانِ الْآخَرَانِ مِنَ الْأَرْضِ، فَيَحْدُثُ فِيهِمَا (جَزْرٌ أَكْبَرُ أَيْ أَعْظَمِيٌّ) بِسَبَبِ انْسِحَابِ الْمِيَاهِ مِنْ مُحِيطَاتِهَا وَبِحَارِهَا، لِتَغْذِيَةِ مَوْجَةِ الْمَدِّ فِي السَّطْحَيْنِ الْأَوَّلَيْنِ مِنَ الْأَرْضِ، وَبِمَا أَنَّ الْأَرْضَ تُدَوِّرُ أَمَامَ الشَّمْسِ، كَمَا أَنَّ الْقَمَرَ يَدَوِّرُ حَوْلَ الْأَرْضِ، فَإِنَّ مَوْجَةَ الْمَدِّ الْأَكْبَرَ تَنْتَقِلُ مَعَ دَوْرَانِ الْأَرْضِ لِيَعْقُبَهَا (جَزْرٌ أَكْبَرُ)، ثُمَّ يَلِيهِ الْمَوْجَةُ الثَّانِيَّةُ (المدُّ الْأَكْبَرُ) حَيْثُ يَعْقُبُهُ (جَزْرٌ أَكْبَرُ) وَارْتِفَاعُ مَوْجِهِ (المدُّ الْأَكْبَرُ) لَا يَزِيدُ فِي عَرْضِ الْمُحِيطَاتِ

الشَّمْسِ وَالْقَمَرِ، وَبَيْنَ مَنَاطِقِ الْمَدِّ، تَقُومُ مَنَاطِقُ الْجَزْرِ، وَلِلْمَدِّ نَوَعَانٌ : (أَصْغَرِي) وَ (أَعْظَمِي).

أ- المدُّ الْأَصْغَرُ أَوْ الْأَصْغَرِي : وَهُوَ يَحْدُثُ عِنْدَمَا يَكُونُ الْقَمَرُ فِي التَّرْبِيعِ الْأَوَّلِ، أَوْ فِي التَّرْبِيعِ الثَّانِي، وَيَقْصُدُ بِالتَّرْبِيعِ الْأَوَّلِ، عِنْدَمَا يَكُونُ الْقَمَرُ فِي الرُّبْعِ الْأَوَّلِ مِنَ الشَّهْرِ الْقَمَرِيِّ، أَمَّا التَّرْبِيعُ الثَّانِي، فَيَحْدُثُ عِنْدَمَا يَكُونُ الْقَمَرُ فِي الرُّبْعِ الثَّالِثِ مِنَ الشَّهْرِ الْقَمَرِيِّ، وَيُصَادَفُ التَّرْبِيعُ الْأَوَّلُ الْيَوْمَ السَّابِعُ مِنَ الشَّهْرِ الْقَمَرِيِّ، بَيْنَمَا يُصَادَفُ التَّرْبِيعُ الثَّانِي، الْيَوْمَ الْحَادِي وَالْعِشْرِينَ مِنَ الشَّهْرِ الْقَمَرِيِّ. إِذْ يُشْكَلُ الْقَمَرُ يَوْمَيِ التَّرْبِيعَيْنِ مَعَ الشَّمْسِ وَالْأَرْضِ، زَاوِيَةً قَائِمَةً، تَكُونُ الْأَرْضُ فِي رَأْسِهَا. وَهَذَا يُؤَدِّي إِلَى قِيَامِ الْقَمَرِ بِجَذْبِ الْقِسْمِ الْمُوَاجِهِ لَهُ مِنَ سَطْحِ الْأَرْضِ فَيَحْدُثُ فِيهِ مَدٌّ، كَمَا يُسَبِّبُ ذَلِكَ الْجَذْبُ إَضْعَافاً فِي قُوَّةِ جاذِبَتِهِ الْأَرْضِ، لِلْقِسْمِ الْمُقَابِلِ مِنْ سَطْحِهَا، وَعِنْدَهَا يَحْدُثُ فِي ذَلِكَ الْقِسْمِ ارْتِخَاءٌ فِي سَطْحِ الْأَرْضِ وَمُحِيطَاتِهَا وَبِحَارِهَا، يَنْتُجُ عَنْهُ مَدٌّ يُدْعَى (المدُّ الْارْتِخَائِيٌّ) وَهُوَ مُعَادِلٌ تَمَاماً لِلْمَدِّ الْحَادِثِ فِي الْوَجْهِ الْمُقَابِلِ.

كَمَا تَقُومُ الشَّمْسُ بِجَذْبِ السَّطْحِ الْمُعْرَضِ لَهَا، فَتَحْدُثُ فِيهِ مَدٌّ مُعَادِلٌ تَقْرِيباً لِلْمَدِّ الَّذِي أَحْدَثَهُ الْقَمَرُ، وَتَحْدُثُ فِي السَّطْحِ الْمُخْتَجِبِ عَنِ الشَّمْسِ ارْتِخَاءٌ نَاتِجاً عَنْ ضَعْفِ جاذِبَتِهِ الْأَرْضِ، يُؤَدِّي إِلَى حُدُوثِ (مدِّ ارْتِخَائِيٍّ) مُسَاوٍ لِلْمَدِّ الَّذِي حَدَثَ فِي مَنَاطِقِ (الْجَزْرِ) وَعَلَى هَذَا نَلَاظُ أَنَّ سَطْحَ الْأَرْضِ كُلَّهُ قَدْ تَعَرَّضَ لِلْمَدِّ تَقْرِيباً، وَلَئِنْ ارْتِفَاعُ مِيَاهِ الْمُحِيطَاتِ وَالْبِحَارِ وَسُطُوحِ الْقَارَاتِ يَكُونُ فِي مِثْلِ هَذِهِ الْحَالَةِ مَحْدُوداً وَضَعِيفاً، أُطْلِقَ عَلَى هَذَا النُّوعِ مِنَ الْمَدِّ (المدُّ الْأَصْغَرُ) أَوْ (المدُّ الْأَصْغَرِي) وَلِأَنَّ مَنَاطِقَ الْجَزْرِ تَكُونُ مَحْدُودَةً وَالْجَزْرُ فِيهَا ضَعِيفٌ فَإِنَّ مِثْلَ ذَلِكَ الْجَزْرِ يُدْعَى (بِالْجَزْرِ الْأَصْغَرِي) وَيَتَعَاقَبُ الْمَدُّ وَالْجَزْرُ الْأَصْغَرِيَانِ مَرَّتَيْنِ خِلَالَ (24) سَاعَةً.

الموسوعة الفلكية



شركة

دار الشروق العربي

بيروت - لبنان

تلفاكس: 00961 1 701668

ص.ب.: 11/6918 - الرمز البريدي 11072230

سوريا - حلب

هاتف: 2116441 - 2115773

فاكس: 00963 21 2125966 ص.ب.: 415

E-mail: afach1@scs-net.org

info@afashedu.com

ISBN 995-61-244-7



9 00000 >

9 780995 612440